



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА  
21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6



КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско  
учење

Факултет техничких наука

КЊИГА ПРЕДМЕТА  
Вештачка интелигенција и машинско учење

Нови Сад

2026.



## Садржај

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <u>Математичке основе машинског учења (25.EAI001)</u>                              | 1  |
| <u>Моделирање и оптимизација учењем из података (25.E2515)</u>                     | 4  |
| <u>Методе рачунарске интелигенције за истраживање података и текста (25.E2555)</u> | 6  |
| <u>Увод у интелигентна и аутономна возила (25.EAI016)</u>                          | 7  |
| <u>Основе машинског учења са применама (25.EAI017)</u>                             | 9  |
| <u>Пробабалистички графички модели (25.EAI018)</u>                                 | 11 |
| <u>Статистичко програмирање (25.ESI117)</u>                                        | 12 |
| <u>Рачунарске мреже, магистрале и протоколи у аутомобилу (25.RT512)</u>            | 13 |
| <u>Семантички веб (25.E2513)</u>                                                   | 14 |
| <u>IoT технологије и edge computing (25.EAI019)</u>                                | 16 |
| <u>Машинска визија (25.EAI021)</u>                                                 | 18 |
| <u>Дигитална обрада слике и видео у аутономним возилима (25.EAI040)</u>            | 20 |
| <u>Моделовање података у медицини (25.EAI022)</u>                                  | 21 |
| <u>Софтвер у реалном времену (25.EAI023)</u>                                       | 23 |
| <u>Наука о мрежама (25.EK673)</u>                                                  | 24 |
| <u>Архитектура система великих скупова података (25.RVP04)</u>                     | 25 |
| <u>Машинско учење у физичким системима (25.H2511)</u>                              | 27 |
| <u>Напредне методе за снимање и анализу кретања (25.IA025)</u>                     | 28 |
| <u>Хардверске платформе за вештачку интелигенцију и машинско учење (25.EAI025)</u> | 30 |
| <u>Неуронске мреже (25.E2512)</u>                                                  | 32 |
| <u>Методе и технике дубоког учења (25.EAI048)</u>                                  | 34 |
| <u>Принципи дубоког учења (25.EAI002)</u>                                          | 35 |
| <u>Инжењерство инфраструктуре система машинског учења (25.EAI003)</u>              | 37 |
| <u>Рачунарска анализа текста (25.E2524)</u>                                        | 39 |
| <u>Развој хардвера за системе дубоког учења са наглађивањем (25.EAI026)</u>        | 40 |
| <u>Напредне технике учења поткрепљивањем (25.EAI027)</u>                           | 42 |



## КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење

## Садржај

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <u>Системи пословне интелигенције (25.EAI028)</u>                                                  | 44 |
| <u>Напредна роботика (25.EAI029)</u>                                                               | 45 |
| <u>Напредне технике рачунарске интелигенције (25.SEM019)</u>                                       | 47 |
| <u>Истраживање података у медицини (25.EAI030)</u>                                                 | 49 |
| <u>Управљање сервисима информационих технологија (25.EAI033)</u>                                   | 51 |
| <u>Машинско учење у IoT технологијама (25.EAI031)</u>                                              | 52 |
| <u>Софтверски стек и алати за развој функционално безбедног аутомобилског софтвера (25.EAI035)</u> | 54 |
| <u>Визуелизација података у медицини (25.EAI034)</u>                                               | 56 |
| <u>Роботска визија и манипулација (25.EAI0514)</u>                                                 | 58 |
| <u>Мултимодална перцепција човека и машине (25.EAI042)</u>                                         | 59 |
| <u>Интерактивни медицински системи (25.EAI039)</u>                                                 | 61 |
| <u>Информације у мултимедији (25.EAI041)</u>                                                       | 62 |
| <u>Ембедед системи са континуираним учењем (25.EAI036)</u>                                         | 63 |
| <u>Архитектуре и интеграције софтверско-физичких система (25.AUN50)</u>                            | 65 |
| <u>Велики језички модели - напредни концепти (25.EAI76)</u>                                        | 66 |
| <u>Перцепција, планирање и контрола аутономног возила (25.EAI052)</u>                              | 67 |
| <u>Хуманоидна роботика (25.EAI049)</u>                                                             | 68 |
| <u>Интелигентно управљање ризиком у медицинским подацима (25.EAI050)</u>                           | 69 |
| <u>Когнитивна графика у медицини (25.EAI057)</u>                                                   | 70 |
| <u>Платформе за индустријску примену алгоритама вештачке интелигенције (25.EAI024)</u>             | 72 |
| <u>Машинско учење са графовима (25.EAI038)</u>                                                     | 74 |
| <u>Интелигентни управљачки системи (25.EAI047)</u>                                                 | 75 |
| <u>Говорна комуникација човек-машина (25.EK570)</u>                                                | 77 |
| <u>Компресија и оптимизација дубоких неуронских мрежа (25.EK601)</u>                               | 79 |
| <u>Когнитивни радио (25.EK554)</u>                                                                 | 81 |



## КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење

## Садржај

|                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <u>Интерпретабилност и објашњивост модела вештачке интелигенције (25.EAI037)</u>            | 82  |
| <u>Примењена теорија игара (25.AU511)</u>                                                   | 84  |
| <u>Тимски рад (25.EAI051)</u>                                                               | 85  |
| <u>Примена вештачке интелигенције у безбедности и приватности података (25.EAI053)</u>      | 86  |
| <u>Дијагностичке визуелизације (25.BMIM2E)</u>                                              | 88  |
| <u>Дубоко учење у системима аутономних и умрежених возила (25.SEM822)</u>                   | 89  |
| <u>Неуралне протезе и неурални интерфејси (25.AU505)</u>                                    | 90  |
| <u>Примена вештачке интелигенције у геопросторним и геосензорским системима (25.EAI055)</u> | 91  |
| <u>Методе за снимање и анализу кретања (25.EAI056)</u>                                      | 93  |
| <u>Вештачка интелигенција за обраду мулти-модалних података (25.EAI046)</u>                 | 94  |
| <u>Компјутерска визија (25.EK522)</u>                                                       | 95  |
| <u>Експертски системи и подршка клиничком одлучивању (25.EAI067)</u>                        | 97  |
| <u>Примена вештачке интелигенције у рачунарској неуронауци (25.EK602)</u>                   | 98  |
| <u>Процеси у развоју аутомобилског софтвера (25.RT60)</u>                                   | 100 |
| <u>Анализа и истраживање софтверског кода (25.EAI045)</u>                                   | 102 |
| <u>Анализа медицинске слике (25.EK557)</u>                                                  | 104 |
| <u>Међурачунарске комуникације и рачунарске мреже 2 (25.RT57)</u>                           | 105 |
| <u>Интелигентни ембедед системи (25.EAI058)</u>                                             | 106 |
| <u>Интеракција човека и робота (25.EAI062)</u>                                              | 108 |
| <u>Мултимодални агентски системи (25.EAI063)</u>                                            | 109 |
| <u>Безбедно рачунарство са очувањем приватности (25.HPC10)</u>                              | 110 |
| <u>Теорија информација за вештачку интелигенцију у биосистемима (25.BMIM11)</u>             | 111 |
| <u>Биолошки инспирисани вештачки неурални системи (25.EAI064)</u>                           | 112 |
| <u>Геопросторни системи са великим количинама података (25.EAI065)</u>                      | 114 |
| <u>Когнитивна роботика (25.EAI066)</u>                                                      | 115 |
| <u>Мулти-агентска вештачка интелигенција (25.EAI054)</u>                                    | 117 |



## Садржај

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <u>Big Data системи и аналитика (25.EK678)</u>                               | 118 |
| <u>Практикум из пројектовања аутономног возила (25.EAI068)</u>               | 119 |
| <u>Анализа социјалних мрежа (25.EAI075)</u>                                  | 120 |
| <u>Стручна пракса (25.EAI073)</u>                                            | 121 |
| <u>Пројекти примене вештачке интелигенције и машинског учења (25.EAI074)</u> | 122 |
| <u>Мастер рад - студијско-истраживачки рад (25.EAI070)</u>                   | 124 |
| <u>Мастер рад - израда и одбрана (25.EAI071)</u>                             | 125 |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                              |                                                                       |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Наставни предмет             | <b>Математичке основе машинског учења</b>                             |
| Ознака предмета: 25.EAI001   |                                                                       |
| Број ЕСПБ: 6                 |                                                                       |
| Програм(и) у којем се изводи | ЕАИ - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Обавезан предмет |
| УНО предмета                 | Теоријска и примењена математика                                      |
| Наставници:                  | Бајић Папуга Р. Буда, Ванредни професор<br>Овцин Б. Зоран, Доцент     |

| Број часова активне наставе (недељно) |                 |                      |                     |               |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------|---------------------|---------------|
| Предавања                             | Аудиторне вежбе | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |
| 3.00                                  | 1.00            | 2.00                 | 0.00                | 0.00          |

|                     |      |
|---------------------|------|
| Предмети предуслови | Нема |
|---------------------|------|

Услови: Одслушан курс математике нивоа основних академских студија

1. Образовни циљ:

Комбиновање знања математике из: 1. Линеарне алгебре, 2. Анализе функција више променљивих и 3. Вероватноће и случајних променљивих. Циљ овог предмета је утврђивање вештина матричног рачуна, његове примене и математичког записа, овладавање појмовима и техникама рачуна са функцијама више променљивих, теорије вероватноће и упознавање са случајним променљивама и случајном променљивом као обележјем случајног узорка.

2. Исходи образовања (Стечена знања):

Студент уме да примени матрични запис и матрични рачун, одреди карактеристичне вредности и векторе и пронађе каноничке форме матрице. Студент је стекао вештине примене математичке анализе функција више променљивих. Студент влада теоријом вероватноће и условне вероватноће, Бејзовом формулом. Студент разликује врсте случајних променљивих, дискретне и непрекидне расподеле, уме да пронађе нумеричке карактеристике случајних променљивих, оцени параметре расподеле и препозна особине оцењивача.

3. Садржај/структура предмета:

(1) Линеарна алгебра  
Вектори, матрице, операције, детерминанте. Инвертовање матрице. Линеарне комбинације, векторски простори и подпростори, база. Норме. Линеарне трансформације, карактеристични корени, вектори, каноничке форме. Квадратне форме.

(2) Функције више променљивих  
Градијент, извод у правцу, екстрми функције више променљивих. Јакобијан, Хесијан, Тејлорова формула.

(3) Вероватноћа и случајне променљиве  
Простор вероватноће, случајне променљиве, расподеле, примери дискретних и непрекидних расподела. Условна вероватноћа, Бејзова формула, независност, условне расподеле. Очекивање, варијанса, коваријанса. Тачкасте оцене параметара расподеле, особине, метод максималне веродостојности.

4. Методе извођења наставе:

Аудиторна предавања праћена нумеричко рачунском практичном наставом. На предавањима се излаже теоретски део градива пропраћен карактеристичним примерима ради лакшег разумевања градива. На практичној настави, која прати предавања, раде се карактеристични задаци и продубљује се изложено градиво са предавања. Поред предавања и практичне наставе редовно се одржавају и консултације. Део градива се полаже преко теста у току наставе у оквиру предиспитних обавеза. После одслушаних предавања и практичне наставе полаже се писмени део испита. Усмени део завршног испита је обавезан и одржава се после писменог испита.

| Оцене знања (максимални број поена 100) |          |       |                                                   |          |       |
|-----------------------------------------|----------|-------|---------------------------------------------------|----------|-------|
| Предиспитне обавезе                     | Обавезна | Поена | Завршни испит                                     | Обавезна | Поена |
| Тест                                    | Да       | 30.00 | Усмени део испита - примењена теорија             | Да       | 20.00 |
|                                         |          |       | Писмени део испита - комбиновани задаци и теорија | Да       | 50.00 |

| Литература |                                                 |                                                              |                                    |        |
|------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и                                         | Наслов                                                       | Издавач                            | Година |
| 1          | Дорословачки, Р.                                | Принципи алгебре, опште, дискретне и линеарне                | Нови Сад: Факултет техничких наука | 2015   |
| 2          | Стојаковић, З., & Бошњак, И.                    | Елементи линеарне алгебре                                    | Нови Сад: Symbol                   | 2010   |
| 3          | Стојаковић, М.                                  | Математичка анализа 2                                        | Београд: Вездес                    | 2002   |
| 4          | D. Perišić, D., Pilipović, S., & Stojanović, M. | Funkcije više promenljivih diferencijalni i integralni račun | Novi Sad: PMF                      | 1997   |
| 5          | Стојаковић, М.                                  | Статистика                                                   | Нови Сад: Факултет техничких наука | 2000   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |                                             |                         |                                    |        |
|------------|---------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и                                     | Наслов                  | Издавач                            | Година |
| 6          | Лозанов-Црвенковић, З.                      | Статистика              | Нови Сад: ПМФ                      | 2012   |
| 7          | Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. | Deep Learning           | Cambridge: MIT Press               | 2016   |
| 8          | Bronshtein, & et. al.                       | Handbook of Mathematics | Heidelberg: Springer-Verlag Berlin | 2015   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |                     |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            | Моделирање и оптимизација учењем из података                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                      |                     |                |
| Ознака предмета: 25.E2515                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |                     |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |                     |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            | BM0 - Биомедицинско инжењерство (MAC), Изборни предмет<br>E10 - Енергетика, електроника и телекомуникације (MAC), Изборни предмет<br>E20 - Рачунарство и аутоматика (MAC), Изборни предмет<br>EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет<br>IF2 - Информациони инжењеринг (MAC), Изборни предмет<br>MR0 - Мерење и регулација (MAC), Изборни предмет |                      |                     |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            | Аутоматика и управљање системима                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                      |                     |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            | Јеличић Д. Зоран, Редовни професор<br>Кановић С. Жељко, Редовни професор<br>Јаковљевић М. Никша, Ванредни професор                                                                                                                                                                                                                                                             |                      |                     |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |                     |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            | Аудиторне вежбе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови  |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            | 0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3.00                 | 0.00                | 0.00           |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            | Нема                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                     |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |                     |                |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |                     |                |
| Студенти ће овладати савременим техникама моделирања и оптимизације учењем из података. Студенти ће овладати знањима и вештинама које су неопходне да се одговарајући рачунарски модели за класификацију, регресију, издвајање обележја, и сл. обучи на датом скупу података. Применом већег броја различитих, напредних оптимизационих алгоритама студенти ће овладати техникама обуке плитких и дубоких неуронских мрежа, алгоритама вектора подршке (енг. Support Vector Machines) и других савремених рачунских модела.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |                     |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |                     |                |
| Стечена знања могу се користити у решавању конкретних инжењерских проблема класификације, регресије, груписања (анализе кластера), детекције аномалија, и сл. Студент је оспособљен да успешно имплементира и користи већи број различитих оптимизационих алгоритама и модела који се широко примењују у области вештачке интелигенције и машинског учења: линеарна, квадратна, логистичка и нелинеарна регресија, параметарске и непараметарске класификације и идентификације, алгоритми груписања. Студент је оспособљен да препозна када се могу применити ефикасни оптимизациони алгоритми локалног карактера, а када глобални (еволутивни) алгоритми. Савладани су принципи рада, технике имплементације и области примене генетског алгорита и алгорита оптимизације ројем честица.                                                                 |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |                     |                |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |                     |                |
| Линеарна регресија и класификација. Квадратна регресија и класификација. Логистичка регресија. Нелинеарна регресија и класификација. Алгоритми издвајање обележја (анализа основних компоненти). Алгоритми груписања података (кластер анализа). Стохастички градијент и друге савремене модификације градијентних алгоритама (као што су алгоритми са фиксним и адаптивним моментом) са применама у обуци неуронских мрежа. Примена вештачких неуронских мрежа и алгоритама вектора подршке у регресији, класификацији и разврставању података. Елементи идентификације система. Конвексни оптимизациони алгоритми (квадратно програмирање, Њутнови и квази-Њутнови алгоритми). Лагранжева теорија дуалности са применама у оптимизацији са ограничењима. Глобални оптимизациони алгоритми (генетски алгоритама и алгоритама оптимизације ројем честица). |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |                     |                |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |                     |                |
| Предавања; Рачунске и рачунарске вежбе; Консултације. Испит је писмени и усмени. Писмени део испита је елиминаторан. Оцена испита се формира на основу успеха са колоквијума, домаћег задатка и успеха са писменог и усменог дела испита.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |                     |                |
| Практична настава ће се на предмету обављати двојачко: на рачунарским вежбама и кроз самосталне пројекте. У извођењу практичне наставе користиће се програмски језик Python, те повезани алати: NumPy, SciPy, scikit-learn. Кроз практичну наставу, студенти ће се самостално решавати проблеме непосредно везане за теоријске концепте, поступке и алгоритме који ће се обрађивати на теоријском делу наставе. Конкретно, студенти ће самостално имплементирати различите оптимизационе алгоритме, самостално ће обучавати различите моделе (као што су неуронске мреже и алгоритми вектора подршке), а такође ће и самостално решавати проблеме учења из података.                                                                                                                                                                                       |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |                     |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |                     |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            | Обавезна                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Поена                | Завршни испит       | Обавезна Поена |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            | Да                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 50.00                | Усмени део испита   | Да 50.00       |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |                     |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Аутор-и    | Наслов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                      | Издавач             | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Kecman, V. | Learning and Soft Computing                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                      | MIT Press           | 2001           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |                                        |                                                         |                                    |        |
|------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и                                | Наслов                                                  | Издавач                            | Година |
| 2          | Kochenderfer, M. J., & Wheeler, T. A.  | Algorithms for Optimization                             | MIT Press                          | 2019   |
| 3          | Кановић, Ж., Рапаић, М., & Јеличић, З. | Еволутивни оптимизациони алгоритми у инжењерској пракси | Нови Сад: Факултет техничких наука | 2017   |
| 4          | Haupt, R. L., & S.E.Haupt, S. E.       | Practical Genetic Algorithms                            | Wiley-Interscience                 | 2004   |
| 5          | Boyd, S., & Vandenberghe, L.           | Convex Optimization                                     | Cambridge University Press         | 2009   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                          |                                                                                   |                      |                                                                                                                               |               |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                          | Методе рачунарске интелигенције за истраживање података и текста                  |                      |                                                                                                                               |               |        |
| Ознака предмета: 25.E2555                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                          |                                                                                   |                      |                                                                                                                               |               |        |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                          |                                                                                   |                      |                                                                                                                               |               |        |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                          | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет              |                      |                                                                                                                               |               |        |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                          | Примењене рачунарске науке и информатика                                          |                      |                                                                                                                               |               |        |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          | Ковачевић Д. Александар, Редовни професор<br>Лубурић М. Никола, Ванредни професор |                      |                                                                                                                               |               |        |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          |                                                                                   |                      |                                                                                                                               |               |        |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                          | Аудиторне вежбе                                                                   | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                                                                                                           | Остали часови |        |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                          | 0.00                                                                              | 2.00                 | 0.00                                                                                                                          | 0.00          |        |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                          | Нема                                                                              |                      |                                                                                                                               |               |        |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                          |                                                                                   |                      |                                                                                                                               |               |        |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                          |                                                                                   |                      |                                                                                                                               |               |        |
| Оспособљавање студената за примене техника, метода и алата рачунарске интелигенције за из истраживање података и текста.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                          |                                                                                   |                      |                                                                                                                               |               |        |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          |                                                                                   |                      |                                                                                                                               |               |        |
| Познавање принципа, техника и алата рачунарске интелигенције за анализу података и текста. Студент је обучен да истражује и анализира податке, креира предиктивне моделе и пројектује системе за обраду података и текста у функцији подршке одлучивању.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                          |                                                                                   |                      |                                                                                                                               |               |        |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          |                                                                                   |                      |                                                                                                                               |               |        |
| Приказ свих фаза процеса истраживања података у науци и индустрији. Упознавање са техникама и алатима за први сусрет са подацима: прикупљање, учитавање, чишћење и интеграција различитих извора. Обележавање и генерисање синтетичких података. Експлоративна анализа и визуелизација. Развој напредних предиктивних модела за класификацију и регресију, уз побољшање њиховог квалитета кроз анализу грешака, рад са небалансираним скуповима и процену утицаја особина. Примена напредних метода кластеровања и редукције димензионалности. Развој модела за обраду текста и природног језика у служби истраживања података. Прилагођавање и употреба великих језичких модела ради повећања ефикасности целокупног процеса истраживања података. Одржавање система за истраживање података у продукцији, укључујући праћење квалитета и периодично поновно обучавање модела. |                                          |                                                                                   |                      |                                                                                                                               |               |        |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          |                                                                                   |                      |                                                                                                                               |               |        |
| Облици извођења наставе су: предавања, рачунарске вежбе, израда домаћих задатака и консултације. На предавањима се, уз коришћење одговарајућих дидактичких средстава, излажу садржаји предмета и подстиче активно учешће студената кроз питања и дискусију. Практични део градива студенти савладавају на рачунарским вежбама решавањем задатака уз помоћ асистента или самостално, као и кроз самосталну израду домаћих задатака.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                          |                                                                                   |                      |                                                                                                                               |               |        |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                          |                                                                                   |                      |                                                                                                                               |               |        |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                          | Обавезна                                                                          | Поена                | Завршни испит                                                                                                                 | Обавезна      | Поена  |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                          | Да                                                                                | 70.00                | Презентација и завршна одбрана пројекта                                                                                       | Да            | 30.00  |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                          |                                                                                   |                      |                                                                                                                               |               |        |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Аутор-и                                  | Наслов                                                                            |                      | Издавач                                                                                                                       |               | Година |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Ault, S. V., Liao, S. N., & Musolino, L. | Principles of Data Science                                                        |                      | OpenStax                                                                                                                      |               | 2025   |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Tan, P. N., Steinbach, M., & Kumar, V.   | Introduction to Data Mining                                                       |                      | Boston: Pearson                                                                                                               |               | 2006   |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Nussbaumer Knafllic, C.                  | Storytelling with Data: A Data Visualization Guide for Business Professionals     |                      | Wiley                                                                                                                         |               | 2015   |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Николић, М., & Зечевић, А.               | Машинско учење                                                                    |                      | Сопствено издање, доступно на <a href="https://ml.matf.bg.ac.rs/readings/ml.pdf">https://ml.matf.bg.ac.rs/readings/ml.pdf</a> |               | 2019   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                          |                                                                      |                     |                                                   |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------|--------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                          | Увод у интелигентна и аутономна возила                               |                     |                                                   |        |
| Ознака предмета: 25.EAI016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                          |                                                                      |                     |                                                   |        |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                          |                                                                      |                     |                                                   |        |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                          | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет |                     |                                                   |        |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                          | Рачунарска техника и рачунарске комуникације                         |                     |                                                   |        |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                          | Бјелица З. Милан, Редовни професор                                   |                     |                                                   |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                          | Теслић Ђ. Никола, Редовни професор                                   |                     |                                                   |        |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                          |                                                                      |                     |                                                   |        |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Аудиторне вежбе                                          | Други облици наставе                                                 | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови                                     |        |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0.00                                                     | 2.00                                                                 | 0.00                | 0.00                                              |        |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                          | Нема                                                                 |                     |                                                   |        |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                          |                                                                      |                     |                                                   |        |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                          |                                                                      |                     |                                                   |        |
| У оквиру предмета студенти се упознају са постојећим концептима аутономне мобилности и тренутним стањем у области развоја интелигентних и аутономних возила. Циљ је разумевање концепта аутономног возила, таксономије нивоа аутономије, функционалне декомпозиције нивоа аутономије, као и потребних градивних блокова (са нагласком на хардвер и софтвер, али и механичке компоненте) и типичних општих архитектура потребних за реализацију аутономних функција. Посебна пажња у разумевању се посвећује идентификацији аутономних функција које се типично реализују коришћењем вештачке интелигенције, те улаза, излаза и ограничења која произилазе из њихове употребе у овом домену.                                                                                                                                                                                                                |                                                          |                                                                      |                     |                                                   |        |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                          |                                                                      |                     |                                                   |        |
| У оквиру предмета студенти се упознају са терминологијом у области аутономне мобилности, интелигентних и аутономних возила. Студенти су у стању да дефинишу потребне функције и креирају спецификацију захтева аутономног возила у зависности од задатог нивоа аутономије. Студенти су у стању да обаве први ниво декомпозиције аутономних функција, и да дефинишу основне градивне блокове неопходне за реализацију тих функција, са нагласком на идентификацију блокова заснованих на вештачкој интелигенцији. Студенти добијају увид у осетљивост аутономних система у односу на сигурност и безбедност, те на највишем нивоу дискутују ове концепте, у смислу односа између сигурности, безбедности и примене концепта неуралних мрежа и дубоког учења у овим архитектурама, што даје добар основ за етичку и безбедну примену вештачке интелигенције у даљем пројектовању решења за аутономна возила. |                                                          |                                                                      |                     |                                                   |        |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                          |                                                                      |                     |                                                   |        |
| Појам возила; Намена и архитектура возила; Возило, саобраћај и људски фактор; Аутономна мобилност и таксономија нивоа аутономије; Системска декомпозиција возила. Примена вештачке интелигенције за аутоматизацију функционалних блокова возила. Механичка, хардверска и софтверска архитектура возила, са ограничењима примене вештачке интелигенције у управљању; Примена вештачке интелигенције за управљачке алгоритме; Безбедност и сигурност примене вештачке интелигенције у возилима; Модерне функционалности повезаних возила; Основе виртуализације, изолације, и редундантности за интелигентне алгоритме, као метода толеранције грешака алгоритма вештачке интелигенције.                                                                                                                                                                                                                     |                                                          |                                                                      |                     |                                                   |        |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                          |                                                                      |                     |                                                   |        |
| Метод обрнуте учионице. Студенти се припремају за часове коришћењем доступних материјала, примера и приказа. На часу се дискутује у групама и решавају постављени проблеми, које студенти онда предају на додатни преглед од стране наставника. Други део курса се састоји од групног пројектног задатка, у коме треба пројектовати елементе модерног возила, уз мапирање алгоритама вештачке интелигенције на поједине блокове у возилима у којима се она може применити.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                          |                                                                      |                     |                                                   |        |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                          |                                                                      |                     |                                                   |        |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                          | Обавезна                                                             | Поена               | Завршни испит                                     |        |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                          | Да                                                                   | 30.00               | Писмени део испита - комбиновани задаци и теорија |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                          |                                                                      |                     | Да                                                | 70.00  |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                          |                                                                      |                     |                                                   |        |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Аутор-и                                                  | Наслов                                                               |                     | Издавач                                           | Година |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Jimenez, F.                                              | Intelligent Vehicles                                                 |                     | Elsevier                                          | 2018   |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Maurer, M., Gerdes, J. C., Lenz, B., & Winner, H. (eds.) | Autonomous Driving                                                   |                     | Berlin Heidelberg: Springer                       | 2016   |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Ribbens, W.                                              | Understanding Automotive Electronics                                 |                     | Elsevier                                          | 2017   |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Bjelica, Z. M., & Lukac, Z.                              | Central Vehicle Computer Design: Software Taking Over                |                     | IEEE Consumer Electron                            | 2019   |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Самарџија, Д., & Милошевић, М.                           | Дубоко учење за аутономна возила                                     |                     | Нови Сад: Факултет техничких наука                | 2019   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |         |                                                                        |         |        |
|------------|---------|------------------------------------------------------------------------|---------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и | Наслов                                                                 | Издавач | Година |
| 6          | --      | Standard: SOTIF Safety of Intended functionality -automotive ISO 21448 | --      | --     |
| 7          | --      | Standard: Road vehicles – Functional safety ISO 26262                  | --      | --     |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                              |                                                                                     |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Наставни предмет             | Основе машинског учења са применама                                                 |
| Ознака предмета: 25.EAI017   |                                                                                     |
| Број ЕСПБ: 6                 |                                                                                     |
| Програм(и) у којем се изводи | ЕАИ - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет                |
| УНО предмета                 | Телекомуникације и обрада сигнала                                                   |
| Наставници:                  | Лончар-Турукало Г. Татјана, Редовни професор<br>Сечујски С. Милан, Редовни професор |

| Број часова активне наставе (недељно) |                 |                      |                     |               |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------|---------------------|---------------|
| Предавања                             | Аудиторне вежбе | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |
| 3.00                                  | 0.00            | 3.00                 | 0.00                | 0.00          |

|                     |      |
|---------------------|------|
| Предмети предуслови | Нема |
|---------------------|------|

Услови:

1. Образовни циљ:

Разумевање теоријских основа алгоритама машинског учења укључујући и оспособљавање за њихову анализу и практичну примену. Упознавање са основним алгоритмима надгледаног учења као и методама ненадгледаног учења, као и методама њихове евалуације.

2. Исходи образовања (Стечена знања):

Студент је оспособљен да препозна врсту проблема машинског учења, изабере и имплементира одговарајуће алгоритме. Уме да адекватно евалуира перформансе добијених модела и да комбинује разне врсте предобраде података, редукције димензионалности са алгоритмима машинског учења над подацима различите природе и обима. Студент је оспособљен да превазилази проблеме који се могу јавити у пракси у циљу унапређења генерализације, поузданости и робусности модела.

3. Садржај/структура предмета:

Компоненте система машинског учења и основне врсте учења. Основни појмови: функција цене, натприлагођење, регуларизација, евалуација перформанси, проблем димензионалности, валидациони поступци, компромис пристрасност/варијанса.

Преглед основних алгоритама са детаљном математичком основом, примерима и имплементацијом кроз вежбе: Вајес-ова теорија учења, критеријуми одлучивања и дискриминантне функције, примери са нормалном расподелом, kNN и Наивни Бајесов класификатор;

линеарна регресија (селекција обележја унапред и уназад, избор модела, евалуација);

логистичка регресија, линеарне дискриминантне функције, метод вектора носача;

перцептронско учење и вишеслојни перцептрони, неуронске мреже са пропацијом унапред;

стабла одлуке и ансамбалске методе (random forest);

ненадгледано учење (k-means, хијерархијска кластеризација, спектрално кластеровање DBSCAN) и ансамбалска кластеризација;

одабрани алгоритми полунадгледаног учења;

Студенти се у току семестра оспособљавају за практичну имплементацију алгоритама на реалним проблемима и отвореним подацима. На пројектима се очекује проширење знања на датим основама, уз препоруку научних радова.

4. Методе извођења наставе:

Предавања, рачунарске вежбе, консултације, активно учење кроз пројекат и истраживање научних публикација, рад на реалним проблемима из области машинског учења.

| Оцене знања (максимални број поена 100) |          |       |               |          |       |
|-----------------------------------------|----------|-------|---------------|----------|-------|
| Предиспитне обавезе                     | Обавезна | Поена | Завршни испит | Обавезна | Поена |
| Одбрањене рачунарске вежбе              | Да       | 20.00 | Завршни испит | Да       | 50.00 |
| Предметни пројекат                      | Да       | 30.00 |               |          |       |

| Литература |                                                                            |                                                                                                                                                         |                                                                                  |        |
|------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и                                                                    | Наслов                                                                                                                                                  | Издавач                                                                          | Година |
| 1          | Bishop, С. М.                                                              | Pattern Recognition and Machine Learning                                                                                                                | New York: Springer                                                               | 2006   |
| 2          | Црнојевић, В.                                                              | Препознавање облика за инжењере                                                                                                                         | Нови Сад: Факултет техничких наука                                               | 2014   |
| 3          | Лончар-Турукало, Т., Сечујски, М., Делић, Т., & Лазић, И.                  | Презентације и видео материјали са предавања, упутство за рачунарске вежбе у Python-у, на moodle платформи Катедре за телекомуникације и обраду сигнала | Нови Сад: Факултет техничких наука, Катедра за телекомуникације и обраду сигнала | 2025   |
| 4          | Носек, Т., Бркљач, Б., Деспотовић, Д., Сечујски, М., & Лончар-Турукало, Т. | Практикум из машинског учења                                                                                                                            | Нови Сад: Универзитет у Новом Саду                                               | 2020   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |               |                                                |           |        |
|------------|---------------|------------------------------------------------|-----------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и       | Наслов                                         | Издавач   | Година |
| 5          | Murphy, K. P. | Probabilistic Machine Learning An Introduction | MIT Press | 2022   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                       |                 |                                                                      |                     |               |  |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------|--|
| Наставни предмет                      |                 | Пробабилистички графички модели                                      |                     |               |  |
| Ознака предмета: 25.EAI018            |                 |                                                                      |                     |               |  |
| Број ЕСПБ: 6                          |                 |                                                                      |                     |               |  |
| Програм(и) у којем се изводи          |                 | ЕАИ - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет |                     |               |  |
| УНО предмета                          |                 | Телекомуникације и обрада сигнала                                    |                     |               |  |
| Наставници:                           |                 | Вукобратовић В. Дејан, Редовни професор                              |                     |               |  |
| Број часова активне наставе (недељно) |                 |                                                                      |                     |               |  |
| Предавања                             | Аудиторне вежбе | Други облици наставе                                                 | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |  |
| 3.00                                  | 0.00            | 3.00                                                                 | 0.00                | 0.00          |  |
| Предмети предуслови                   |                 | Нема                                                                 |                     |               |  |

Услови:

#### 1. Образовни циљ:

Циљ предмета је да студент разуме основне елементе теорије пробабилистичких графичких модела као фундаменталног алата за моделовање пробабилистичких система (у које спадају готово сви реални системи) и разуме и стекне рутину у имплементацији широке класе алгоритама за пробабилистичко закључивање популарних под називом Belief-Propagation (BP) алгоритми.

#### 2. Исходи образовања (Стечена знања):

Након успешног завршетка овог курса студенти ће бити способни да:

- разумеју основну идеју и примене пробабилистичких графичких модела
- разликују бројне класе пробабилистичких графичких модела и разумеју који од њих су погодни за које примене
- разумеју математички како се формулише и какав проблем решава Belief-Propagation алгоритам примењен у пробабилистичким графичким моделима
- разумеју основе везане за тачност и конвергенцију Belief-Propagation алгоритама
- примене Belief-Propagation над примером реалног система, ураде програмску имплементацију са акцентом на ефикасност имплементације, и протумаче резултате.

#### 3. Садржај/структура предмета:

Понављање и увођење основа из теорије вероватноће потребних за курс. Дискретне и континуалне случајне промене, очекивање, моменти, условне расподеле. Основне дефиниције из теорије графова потребне за терминологију и дефинисање пробабилистичких графичких модела. Основни пробабилистички графички модели: Belief Networks. Условне расподеле, условна независност, установљивање независности случајних променљивих на основу графичких модела, концепт сепарације у графичким моделима и веза са условном независношћу. Увод у основне графичке моделе поред Belief Networks, као што су Марковљеве мреже и Марковљева случајна поља или Марковљеви ланци као специјални случајеви, Фактор графови. Увод у алгоритме пробабилистичког закључивања. Закључивање на основу маргиналних расподела случајних променљивих. Алгоритми за ефикасно израчунавање маргиналних расподела (алгоритми маргинализације), класа алгоритама са разменама порука (message passing), Sum-Product алгоритам. Алгоритми за ефикасно израчунавање мода здружене расподеле система случајних променљивих, Max-Product алгоритам. Учење у пробабилистичким графичким моделима, учење структуре графичког модела и учење условних расподела унутар графичког модела из података. Naive Bayes, Maximum Likelihood учење. Учење модела који садржи скривене промене. Expectation-Maximization алгоритам. Варијациони Belief-Propagation алгоритми, Генерализовани Belief-Propagation алгоритам, примене у статистичкој физици, обради сигнала, везе Belief-Propagation алгоритма и компресованог одабирања, везе Belief-Propagation алгоритама и дубоког учења, и друге напредне теме. Садржајна структура практичне наставе ће пратити структуру теоријске наставе, фокусирајући се на програмску имплементацију алгоритама за конструкцију пробабилистичких графичких модела и пробабилистичко закључивање употребом Белиеф-Пропагацион алгоритама. Развој алгоритама од основних елемената до напредне имплементације биће реализован у одговарајућим програмским окружењима (по избору студента при реализацији предметног пројекта).

#### 4. Методе извођења наставе:

Предавања се изводе уз PowerPoint презентације. Праћена су рачунарским и лабораторијским вежбама и сесијама дискутовања кључних радова у области уз праћење и видео презентација водећих аутора из области. Компаније које примењују пробабилистичке графичке моделе примаће студенте на праксу, и омогућиће израду самосталних студентских пројеката у координацији са предавачем курса. Предиспитне обавезе чиниће успешно завршен и одбрањен самостални студентски пројекат - услов за излазак на испит је 35 од 70 бодова. Испит ће пратити редовна израда и провера домаћих задатака. Преостали писмени део испита полагаће се у редовним испитним роковима.

#### Оцене знања (максимални број поена 100)

| Предиспитне обавезе | Обавезна | Поена | Завршни испит                                     | Обавезна | Поена |
|---------------------|----------|-------|---------------------------------------------------|----------|-------|
| Домаћи задатак      | Да       | 10.00 | Писмени део испита - комбиновани задаци и теорија | Да       | 30.00 |
| Домаћи задатак      | Да       | 10.00 |                                                   |          |       |
| Предметни пројекат  | Да       | 40.00 |                                                   |          |       |
| Презентација        | Да       | 10.00 |                                                   |          |       |

#### Литература

| Р.бр. | Аутор-и    | Наслов                                  | Издавач                    | Година |
|-------|------------|-----------------------------------------|----------------------------|--------|
| 1     | Barber, D. | Bayesian Reasoning and Machine Learning | Cambridge University Press | 2012   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                              |                                                                                                                                        |                      |                                                  |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                              | Статистичко програмирање                                                                                                               |                      |                                                  |                |
| Ознака предмета: 25.ESI117                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                              |                                                                                                                                        |                      |                                                  |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                              |                                                                                                                                        |                      |                                                  |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                              | ЕАI - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет<br>ОМ2 - Математика у техници (II годишњи) (МАС), Изборни предмет |                      |                                                  |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                              | Примењене рачунарске науке и информатика                                                                                               |                      |                                                  |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                              | Купусинац Д. Александар, Редовни професор<br>Врбашки В. Дуња, Доцент                                                                   |                      |                                                  |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                              |                                                                                                                                        |                      |                                                  |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                              | Аудиторне вежбе                                                                                                                        | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                              | Остали часови  |
| 2.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                              | 0.00                                                                                                                                   | 2.00                 | 1.00                                             | 1.00           |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                              | Нема                                                                                                                                   |                      |                                                  |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                              |                                                                                                                                        |                      |                                                  |                |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                              |                                                                                                                                        |                      |                                                  |                |
| Овладавање студената напредним принципима и техникама статистичког програмирања. Стечена знања студент треба да примени у анализи, проучавању и решавању реалних проблема.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                              |                                                                                                                                        |                      |                                                  |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                              |                                                                                                                                        |                      |                                                  |                |
| Овај предмет ће оспособити студенте да могу самостално користити статистичке софтвере за обраду података. Студент је оспособљен да применом стеченог знања анализира, проучава и решава реалне проблеме.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                              |                                                                                                                                        |                      |                                                  |                |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                              |                                                                                                                                        |                      |                                                  |                |
| Статистички програмски језици и њихова примена у обради података. Структуре података, контрола тока, функције, стрингови и графички приказ резултата. Прикупљање и анализирање података. Аритметичка средина узорка. Узорачка дисперзија. Емпиријска функција расподеле. Модус. Медијана. Тачкасте оцене. Интервалне оцене. Статистички тестови. Узорачка корелација и регресија. Примена статистичког програмирања у науци о подацима. Предикције и процене. Анализа конкретних примера. |                              |                                                                                                                                        |                      |                                                  |                |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                              |                                                                                                                                        |                      |                                                  |                |
| Предавања. Практичан рад на рачунару. Консултације. Студент је обавезан да самостално уради пројекат и напише семинарски рад.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                              |                                                                                                                                        |                      |                                                  |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                              |                                                                                                                                        |                      |                                                  |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                              | Обавезна                                                                                                                               | Поена                | Завршни испит                                    | Обавезна Поена |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                              | Да                                                                                                                                     | 50.00                | Теоријски део испита                             | Да 30.00       |
| Семинарски рад                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                              | Да                                                                                                                                     | 20.00                |                                                  |                |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                              |                                                                                                                                        |                      |                                                  |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Аутор-и                      | Наслов                                                                                                                                 |                      | Издавач                                          | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Cotton, R.                   | Learning R                                                                                                                             |                      | O'Reilly Media, Inc.                             | 2013           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | De Vries A., & Meys J.       | R For Dummies, 2nd Edition                                                                                                             |                      | John Wiley & Sons, Inc.                          | 2015           |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Wickham, H., & Grolemund, G. | R za statističku obradu podataka                                                                                                       |                      | Mikro knjiga                                     | 2017           |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Fischetti, T.                | R analiza podataka, drugo izdanje                                                                                                      |                      | Kompjuter biblioteka                             | 2018           |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Аџић, Н.                     | Статистика                                                                                                                             |                      | Нови Сад: Центар за математику и статистику, ФТН | 2006           |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Стојаковић, М.               | Вероватноћа, статистика и случајни процеси                                                                                             |                      | Нови Сад: Symbol                                 | 2007           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                    |                                                                                                                               |                                                                                                  |                                                   |                                    |          |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|----------|--------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                    | Рачунарске мреже, магистрале и протоколи у аутомобилу                                                                         |                                                                                                  |                                                   |                                    |          |        |
| Ознака предмета: 25.RT512                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                    |                                                                                                                               |                                                                                                  |                                                   |                                    |          |        |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                    |                                                                                                                               |                                                                                                  |                                                   |                                    |          |        |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                    | Е20 - Рачунарство и аутоматика (MAC), Изборни предмет<br>EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет |                                                                                                  |                                                   |                                    |          |        |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                    | Рачунарска техника и рачунарске комуникације                                                                                  |                                                                                                  |                                                   |                                    |          |        |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                    | Павковић Р. Богдан, Ванредни професор                                                                                         |                                                                                                  |                                                   |                                    |          |        |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                    |                                                                                                                               |                                                                                                  |                                                   |                                    |          |        |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                    | Аудиторне вежбе                                                                                                               | Други облици наставе                                                                             | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                               | Остали часови                      |          |        |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                    | 0.00                                                                                                                          | 3.00                                                                                             | 0.00                                              | 0.00                               |          |        |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                    | Нема                                                                                                                          |                                                                                                  |                                                   |                                    |          |        |
| Услови: Међурачунарске комуникације и рачунарске мреже 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                    |                                                                                                                               |                                                                                                  |                                                   |                                    |          |        |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                    |                                                                                                                               |                                                                                                  |                                                   |                                    |          |        |
| Циљ предмета је оспособљавање студената за реализацију и испитивање комуникационих мрежа у аутомобилима, као и овладавање основама неколико кључних мрежних протокола који се користе у аутомобилској индустрији                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                    |                                                                                                                               |                                                                                                  |                                                   |                                    |          |        |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                    |                                                                                                                               |                                                                                                  |                                                   |                                    |          |        |
| Након положеног предмета очекује се да студенти буду способни да разумеју механизме повезивања рачунарских компоненти у аутомобилима и да пишу једноставне програме који раде у таквом окружењу.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                    |                                                                                                                               |                                                                                                  |                                                   |                                    |          |        |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                    |                                                                                                                               |                                                                                                  |                                                   |                                    |          |        |
| Увод. Део 1: Посебности рачунарске мреже у аутомобилу (Поузданост, детерминистичност, ефикасност, брзина, безбедност. Варијације захтева у зависности од критичности и потреба компоненти.) Део 2: Кључни протоколи и магистрале у аутомобилу (Основне карактеристике и практични рад са следећим протоколима и магистралама: CAN/CAN-FD, LIN, FlexRay, MOST, BroadR Reach, Deterministic Ethernet. Упоредна анализа поменутих протокола и њихова типична употреба.) Део 3: Напредне теме (Комуникација између различитих аутомобила и између аутомобила и спољашње инфраструктуре.) |                                                    |                                                                                                                               |                                                                                                  |                                                   |                                    |          |        |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                    |                                                                                                                               |                                                                                                  |                                                   |                                    |          |        |
| Предавања. Рачунарске вежбе. Консултације. Предметни пројекат.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                    |                                                                                                                               |                                                                                                  |                                                   |                                    |          |        |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                    |                                                                                                                               |                                                                                                  |                                                   |                                    |          |        |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                    | Обавезна                                                                                                                      | Поена                                                                                            | Завршни испит                                     |                                    | Обавезна | Поена  |
| Одбрањене лабораторијске вежбе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                    | Да                                                                                                                            | 15.00                                                                                            | Писмени део испита - комбиновани задаци и теорија |                                    | Да       | 40.00  |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                    | Да                                                                                                                            | 40.00                                                                                            |                                                   |                                    |          |        |
| Присуство на предавањима                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                    | Да                                                                                                                            | 5.00                                                                                             |                                                   |                                    |          |        |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                    |                                                                                                                               |                                                                                                  |                                                   |                                    |          |        |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Аутор-и                                            |                                                                                                                               | Наслов                                                                                           |                                                   | Издавач                            |          | Година |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Paret, D.                                          |                                                                                                                               | Multiplexed Networks for Embedded Systems: CAN, LIN, FlexRay, Safe-byWire                        |                                                   | John Wiley & Sons                  |          | 2007   |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Di Natale, M., Zeng, H., Giusto, P., & Ghosal, A.  |                                                                                                                               | Understanding and Using the Controller Area Network Communication Protocol – Theory and Practice |                                                   | New York: Springer                 |          | 2014   |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Aquino-Santos, R., Edwards, A., & Rangel-Licea, V. |                                                                                                                               | Wireless Technologies in Vehicular Ad Hoc Networks: Present and Future Challenges                |                                                   | IGI Global                         |          | 2012   |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Павковић, Б.                                       |                                                                                                                               | Рачунарске мреже, магистрале и протоколи у аутомобилу                                            |                                                   | Нови Сад: Факултет техничких наука |          | 2022   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                   |                                                                                                                                                                                                                 |                     |                                           |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                   | Семантички веб                                                                                                                                                                                                  |                     |                                           |                |
| Ознака предмета: 25.E2513                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                   |                                                                                                                                                                                                                 |                     |                                           |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   |                                                                                                                                                                                                                 |                     |                                           |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   | E20 - Рачунарство и аутоматика (MAC), Изборни предмет<br>EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет<br>SE0 - Софтверско инжењерство и информационе технологије (MAC), Изборни предмет |                     |                                           |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   | Примењене рачунарске науке и информатика                                                                                                                                                                        |                     |                                           |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                   | Сегединац Т. Милан, Редовни професор                                                                                                                                                                            |                     |                                           |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                                                                                                 |                     |                                           |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Аудиторне вежбе                   | Други облици наставе                                                                                                                                                                                            | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови                             |                |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0.00                              | 2.00                                                                                                                                                                                                            | 0.00                | 0.00                                      |                |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                   | Нема                                                                                                                                                                                                            |                     |                                           |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                                                                                                                 |                     |                                           |                |
| 1. Образовни циљ:<br>Овладавање концептима, техникама и одабраним примерима примена семантичког web-a.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                   |                                                                                                                                                                                                                 |                     |                                           |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):<br>Стечена знања омогућују имплементацију софтверских система који подржавају интелигентне начине одабирања, приступа и обраде информација на web-y.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                   |                                                                                                                                                                                                                 |                     |                                           |                |
| 3. Садржај/структура предмета:<br>Увод: Структура, синтакса и семантика; Потреба за семантиком на Web-y. Мета-програмирање: Мета-подаци; XML шема; XSLT; RDF. Семантика: Семантика и знање;Онтологије; Логике; Закључивање; Моделирање домена; Контекст. Дистрибуирано знање: Класификација; Протоколи засновани на знању. Технологије: Алати за рад са онтологијама; Програмски пакети (API) за рад са онтологијама; OWL. SPARQL. Методологије: Методологије за инжењеринг онтологија; Методологије за уводјење система управљања знањем; Методологије развоја семантичких система. Семантички системи: Семантички Web Сервиси, Семантички Web Портали, Семантички Wiki, Семантички Мулти-Агентни системи, Семантички Web Браузери. Примене: биоинформатика, системи за управљање документима, претраживање информација, итд.                                                                                                                                                                                                 |                                   |                                                                                                                                                                                                                 |                     |                                           |                |
| 4. Методе извођења наставе:<br>Облици извођења наставе су: Предавања, рачунарске вежбе, израда домаћих задатака, и консултације.На предавањима се, коришћењем потребних дидактичких средстава, излажу садржаји предмета и стимулише се активно учешће студената постављањем питања. Практични део градива студенти савладавају на рачунарским вежбама кроз обавезне задатке које решавају уз помоћ асистента или самостално и кроз самосталну израду обавезних и необавезних домаћих задатака. Студент је обавезан да демонстрира самосталност у решавању задатка, односно да демонстрира разумевање решења. Провера се врши усменом конверзацијом са асистентом и резултат се оцењује. Предметни наставник и асистенти обављају консултације са студентима. На консултацијама се студентима дају додатна објашњења садржаја излаганих на предавањима и вежбама и, у случају да је предмет консултација самостална израда лабораторијских или домаћих задатака, сугестије како да побољшају решење које су обавезни да понуде. |                                   |                                                                                                                                                                                                                 |                     |                                           |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                                                                                                                 |                     |                                           |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                   | Обавезна                                                                                                                                                                                                        | Поена               | Завршни испит                             | Обавезна Поена |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                   | Да                                                                                                                                                                                                              | 50.00               | Теоријски део испита                      | Да 30.00       |
| Присуство на предавањима                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                   | Да                                                                                                                                                                                                              | 5.00                |                                           |                |
| Присуство на рачунарским вежбама                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                   | Да                                                                                                                                                                                                              | 5.00                |                                           |                |
| Сложени облици вежби                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                   | Да                                                                                                                                                                                                              | 10.00               |                                           |                |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                   |                                                                                                                                                                                                                 |                     |                                           |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Аутор-и                           | Наслов                                                                                                                                                                                                          |                     | Издавач                                   | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Antonioni, G., & Van Harmelen, F. | A Semantic Web Primer                                                                                                                                                                                           |                     | Cambridge: MIT Press                      | 2012           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Powers, S.                        | Practical RDF                                                                                                                                                                                                   |                     | O'Reilly                                  | 2003           |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Davies, J.                        | Towards the Semantic Web: Ontology-Driven Knowledge Management                                                                                                                                                  |                     | John Wiley and Sons Ltd, ISBN: 0470848677 | 2002           |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Munn, K., & Smith, B.             | Applied Ontology: An Introduction                                                                                                                                                                               |                     | Franfurkt: Ontos                          | 2008           |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Watson, M.                        | Practical Semantic Web and Linked Data Applications                                                                                                                                                             |                     | Selfpublished                             | 2010           |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Hancock, J.                       | Biological Ontologies and Semantic Biology                                                                                                                                                                      |                     | Frontiers Media SA                        | 2014           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |                                 |                                                                                                                  |                                                    |        |
|------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и                         | Наслов                                                                                                           | Издавач                                            | Година |
| 7          | Wohlgenannt, G.                 | Learning Ontology Relations by Combining Corpus-Based Techniques and Reasoning on Data from Semantic Web Sources | Peter Lang International Academic Publishing Group | 2018   |
| 8          | Auer, S., Bryl, V., & Tramp, S. | Linked Open Data - Creating Knowledge Out of Interlinked Data: Results of the LOD2 Project                       | Springer                                           | 2014   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                      |                      |                     |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | IoT технологије и edge computing                                     |                      |                     |               |
| Ознака предмета: 25.EAI019                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                      |                      |                     |               |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                      |                      |                     |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет |                      |                     |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Електроника                                                          |                      |                     |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Мезеи Д. Иван, Редовни професор                                      |                      |                     |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Миња Ђ. Александар, Ванредни професор                                |                      |                     |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                      |                      |                     |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Аудиторне вежбе                                                      | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | 0.00                                                                 | 3.00                 | 0.00                | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | Нема                                                                 |                      |                     |               |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                      |                      |                     |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                      |                      |                     |               |
| <p>Циљ предмета је да студент упозна и научи основне технологије, општу архитектуру и примене технологија Интернета ствари од сензора до крајњих уређаја, преко комуникационог интерфејса, до обраде информација на крајевима или у језгру инфраструктуре у оквиру концепата Edge/Fog computing. Студент ће стећи знања о архитектури IoT уређаја, основних комуникационих технологија за њихово повезивање на краћа и већа растојања, и ресурса који су доступни за складиштење и обраду података на крајњим уређајима или инфраструктурним уређајима у близини, као што су приступне тачке у Wi-Fi мрежама или базе станице и Edge сервери у мрежама мобилних оператера. Студент ће упознати архитектуре и протоколе виших слојева за повезивање IoT уређаја са IoT серверима у мрежи, као што су REST и Publish-Subscribe класе протокола и конкретне реализације као што су MQTT или CoAP протокол.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                      |                      |                     |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                      |                      |                     |               |
| <p>Након успешног завршетка овог курса студенти ће бити способни да:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Разумеју основну архитектуру IoT система и концепта Edge/Fog computing;</li><li>- Познају основну архитектуру IoT крајњих уређаја и могућности за обраду података на њима, сензоре, микроконтролере и меморије;</li><li>- Разумеју основне комуникационе протоколе за повезивање IoT уређаја на инфраструктуру, краткодметних (802.15.4, Bluetooth Low Energy, 802.11 Wi-Fi) до далекодометних (LoRa, NB-IoT, LTE-M);</li><li>- Разумеју процесирање информација у различитим деловима система;</li><li>- Упознају основна решења на вишим слојевима (транспортном и апликационом) којима се данас повезују IoT уређаји са IoT серверима;</li><li>- Разумеју оквир за IoT и примене које нуди 5G технологија;</li><li>- Разумеју основне концепте сигурности у IoT технологијама.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                      |                      |                     |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                      |                      |                     |               |
| <p>Теоријска настава</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Архитектура IoT уређаја: од сензора до микроконтролера. Архитектура IoT система и основни концепти Edge/Fog computing.</li><li>- Кратко-дометне IoT комуникационе технологије (802.15.4/Zigbee, BLE, Wi-Fi)</li><li>- Далеко-дометне IoT комуникационе технологије (LoRa, NB-IoT, LTE-M)</li><li>- IoT технологије и примене у контексту 5G мреже</li><li>- Основна решења на вишим слојевима (транспортном и апликационом) за повезивање IoT уређаја са IoT серверима (MQTT, CoAP)</li><li>- Основни концепти сигурности у IoT технологијама</li><li>- Blockchain технологије и IoT, напредне примене IoT технологија и интеграција са Edge/Fog computing концептима</li></ul> <p>Практична настава</p> <p>Рачунарске и лабораторијске вежбе које прате овај курс су осмишљене на такав начин да кроз практичан рад са постојећим софтверским алатима и на одговарајућим хардверским платформама илуструју све теоријске концепте који ће бити обрађивани на предавањима. У том смислу је планиран одређени скуп вежби:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Сервер реализован на Raspberry Pi, клијенти који су имплементирани на ESP32 бежичној платформи.</li><li>2. Сервер са MySQL базом података, комуникација путем NB-IoT уз употребу HTTP и MQTT на апликативном слоју</li><li>3. Примена Bluetooth и BLE</li><li>4. Ad hoc LoRa и LoRaWAN мреже</li><li>5. Пример примене алгорита машинског учења у циљу растерећења комуникационог канала: ESP32 са уграђеном камером на којем се имплементира алгоритам за препознавање цифара</li><li>6. Сигурносни протоколи у IoT апликацијама: TLS</li></ol> <p>Неизоставни део предмета је самостални студентски пројекат, који ће од сваког студента захтевати да имплентира један конкретан систем који који покрива све делове на Edge/Fog и путем бежичне комуникације се повезује на сервер који се налази или у Cloud-у или на некој IoT платформи зависно од циљне апликације. Овај пројекат ће по правилу бити реализован кроз сарадњу са компанијама које се баве IoT технологијама.</p> |  |                                                                      |                      |                     |               |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                      |                      |                     |               |
| <p>Предавања се изводе уз PowerPoint презентације. Праћена су рачунарским и лабораторијским вежбама на популарним IoT платформама као што су Arduino, Raspberry Pi, ESP 32 и друге. Компаније које се баве IoT технологијама и апликацијама примаће студенте на праксу, и омогућиће израду самосталних студентских пројеката у координацији са предавачем курса. Предиспитне обавезе чиниће успешно завршен и одбраћен самостални студентски пројекат - услов за излазак на испит је 35 од 70 бодова. Испит ће пратити редовна израда и провера домаћих задатака. Преостали писмени део испита полагаће се у</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                      |                      |                     |               |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

редовним испитним роковима.

Оцене знања (максимални број поена 100)

| Предиспитне обавезе | Обавезна | Поена | Завршни испит                                     | Обавезна | Поена |
|---------------------|----------|-------|---------------------------------------------------|----------|-------|
| Предметни пројекат  | Да       | 50.00 | Писмени део испита - комбиновани задаци и теорија | Да       | 30.00 |
| Тест                | Да       | 5.00  |                                                   |          |       |
| Тест                | Да       | 5.00  |                                                   |          |       |
| Тест                | Да       | 5.00  |                                                   |          |       |
| Тест                | Да       | 5.00  |                                                   |          |       |

Литература

| Р.бр. | Аутор-и                                                      | Наслов                                                                    | Издавач                            | Година |
|-------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------|
| 1     | Gupta, D. & Khamparia, A. (Eds.)                             | Fog, Edge, and Pervasive Computing in Intelligent IoT Driven Applications | Wiley-IEEE Press                   | 2021   |
| 2     | Liberg, O., et al.                                           | Cellular Internet of Things: Technologies, Standards, Performance         | Academic Press                     | 2018   |
| 3     | Буууа, R., & Srirama, S. N. (Eds.)                           | Fog and edge computing: principles and paradigms                          | John Wiley & Sons                  | 2019   |
| 4     | Вукобратовић, Д., Гардашевић, Г., Бајовић, Д., & Бојовић, Ж. | Бежичне сензорске мреже у IoT применама                                   | Нови Сад: Факултет техничких наука | 2020   |
| 5     | Zhou, Y., & Chen, X.                                         | Edge Intelligence                                                         | MDPI                               | 2025   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |                                                                                                                                        |                      |                      |               |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------|--------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         | Машинска визија                                                                                                                        |                      |                      |               |        |
| Ознака предмета: 25.EAI021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |                                                                                                                                        |                      |                      |               |        |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |                                                                                                                                        |                      |                      |               |        |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет<br>OM2 - Математика у техници (II годишњи) (MAC), Изборни предмет |                      |                      |               |        |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         | Телекомуникације и обрада сигнала                                                                                                      |                      |                      |               |        |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         | Бркљач Н. Бранко, Ванредни професор                                                                                                    |                      |                      |               |        |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                                                                                                                                        |                      |                      |               |        |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         | Аудиторне вежбе                                                                                                                        | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР  | Остали часови |        |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         | 0.00                                                                                                                                   | 3.00                 | 0.00                 | 0.00          |        |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         | Нема                                                                                                                                   |                      |                      |               |        |
| Услови: Нема                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |                                                                                                                                        |                      |                      |               |        |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |                                                                                                                                        |                      |                      |               |        |
| Предмет оријентисан ка индустријским применама машинске визије у циљу конструкције техничких система намењених контроли квалитета, поузданости, аутоматизацији система и процеса, перцепцији окружења. Идентификација задатака машинске визије и начина за њихово решавање. Сагледавање машинске визије као једног од начина перцепције вештачке интелигенције, у циљу припреме за усмерања ка изборним областима машинске визије и роботике. Предмет демонстрира и истражује како знања из области обраде слике, фотограметрије, оптимизације и алгоритама машинског учења проналазе примену у решењима машинске визије. Утврђивање смерница и критеријума на основу којих се одређују и интегрису модалитет снимања, карактеристике сензора, поступци обраде и анализе информација, као и начини за оцењивање успешности рада система. Проширивање стечених знања кроз практичну имплементацију система машинске визије путем предметних пројеката.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                                                                                                                                        |                      |                      |               |        |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                                                                                                                                        |                      |                      |               |        |
| Разумевање начина на који се пројектују системи машинске визије. Могућност јасне идентификације проблема који се решава, анализе планираних услова рада, захтеване тачности и начина за постизање жељених карактеристика. Овладавање техникама и принципима на којима се заснивају поступци машинске визије. Способност анализе и модификације метода које се користе у различитим доменима примене машинске визије. Процена могућности разматраних метода и начина за њихово унапређење. Самостална реализација система или појединих елемената машинске визије уз могућност проширења знања даљим радом на одређеном проблему. Имплементација система машинске визије у метрологији; контроли квалитета; аутоматизацији производње, паковања и складиштења; саобраћају и транспорту; прецизној пољопривреди; даљинском надзору; дигиталној продукцији, безбедносним системима и биометрији.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |                                                                                                                                        |                      |                      |               |        |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |                                                                                                                                        |                      |                      |               |        |
| Системи за аквизицију слике - принципи, карактеристике, конструкција. Модел сцене, камере и слике. Геометријска и радиометријска калибрација активних и пасивних сензора слике. Геометрија и оријентација појединачне слике, пара слика (стереовизија), три и више слика. Репрезентација тачака, линија и површи, пројективне трансформације. Основе фотограметрије и 3Д реконструкције. Обрада слике у просторном и фреквенцијском домену. Линеарно и нелинеарно филтрирање слике. Основе компресије слике и видеа. Сегментација слике и видеа. Морфолошке операције. Детекција ивица, линија, дужи, кружница, елипси, полигона. Модели шума. Мултирезолуциона анализа слике. Основе рачунарске реконструкције слике (CT, SAR) и реконструкције сигнала из непотпуних мерења. Примене варијационих метода у машинској визији (анизотропска дифузија, активне контуре). Дескриптори слике. Препознавање облика и машинско учење у машинској визији. Анализа кретања, оптички ток, праћење објеката у видеу. Анализа принципа конструкције система машинске визије на различитим примерима из праксе: системи за биометријску анализу (препознавање лица, отиска прста, вена на руци, дужице ока), прецизна пољопривреда (снимање из дрона), машинство (детекција дефеката, пукотина, роботски системи за заваривање), реконструкција површи и анализа облака тачака (мапирање, локализација, Lidar), термовизијско снимање, детекција људи и анализа кретања, анимација карактера и синтеза сцене, системи видео надзора, оптичко препознавање текста (у контролисаним и слободним условима), мерење и контрола квалитета коришћењем камере, стерео и монокуларна процена дубине сцене. |         |                                                                                                                                        |                      |                      |               |        |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |                                                                                                                                        |                      |                      |               |        |
| Предмет се похађа кроз стандардне облике остваривања наставе и укључује обавезно присуство на предавањима и рачунарским вежбама. Предавања су праћена мултимедијалним садржајима у форми презентација и видео снимака. Поред савладавања садржаја предмета предавања имају задатак да мотивишу даљи самостални рад студената. Рачунарске вежбе и демонстрација рада система машинске визије; Консултације; Анализа и критичка дискусија одабраних радова из области; Припрема за самосталну израду предметног пројекта који се предаје у целисти и усмено брани. Писмени испит полаже се у редовним испитним роковима и на њему је потребно остварити најмање 50% предвиђених поена.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |                                                                                                                                        |                      |                      |               |        |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |                                                                                                                                        |                      |                      |               |        |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         | Обавезна                                                                                                                               | Поена                | Завршни испит        | Обавезна      | Поена  |
| Одбрањене лабораторијске вежбе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |         | Да                                                                                                                                     | 20.00                | Теоријски део испита | Да            | 50.00  |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         | Да                                                                                                                                     | 30.00                |                      |               |        |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |                                                                                                                                        |                      |                      |               |        |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Аутор-и | Наслов                                                                                                                                 |                      | Издавач              |               | Година |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |                                                                             |                                                                                                                  |                                                |        |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и                                                                     | Наслов                                                                                                           | Издавач                                        | Година |
| 1          | Chen, C. H., & et al.                                                       | Pattern Recognition and Computer Vision in the New AI Era                                                        | World Scientific Publishing                    | 2025   |
| 2          | Torralba, A., Isola, P., & Freeman, W.                                      | Foundations of computer vision                                                                                   | MIT Press                                      | 2024   |
| 3          | Часопис                                                                     | Journal of Machine Vision and Applications                                                                       | Springer                                       | 1961   |
| 4          | Hansen, P. C., Jorgensen, J. S., & Lionheart, W. R. B.                      | Computed Tomography - Algorithms, Insights, and just enough Theory                                               | Society for Industrial and Applied Mathematics | 2021   |
| 5          | Davies, E. R.                                                               | Computer and Machine Vision: Theory, Algorithms, Practicalities                                                  | Academic Press, Elsevier                       | 2012   |
| 6          | Steger, C., Ulrich, M., & Wiedemann, C.                                     | Machine Vision Algorithms and Applications                                                                       | Weinheim: WILEY-VCH Verlag Gmb & Co. KGaA      | 2008   |
| 7          | Hazan, T., Papandreou, G., & Tarlow, D.                                     | Perturbations, Optimization, and Statistics                                                                      | MIT Press                                      | 2016   |
| 8          | Gonzalez, R. C., & Woods, R. E.                                             | Digital Image Processing (4rd ed.)                                                                               | Pearson Education                              | 2018   |
| 9          | Aggarwal, C. C.                                                             | Neural Networks and Deep Learning                                                                                | Springer                                       | 2018   |
| 10         | Bovik, A.                                                                   | Handbook of Image and Video Processing                                                                           | Academic Press                                 | 2005   |
| 11         | Поповић, М.                                                                 | Дигитална обрада слике                                                                                           | Београд: Академска мисао                       | 2006   |
| 12         | Црнојевић, В.                                                               | Препознавање облика за инжењере                                                                                  | Нови Сад: Факултет техничких наука             | 2014   |
| 13         | Трповски, Ж., & Бркљач, Б.                                                  | Сигнали и системи у телекомуникацијама                                                                           | Нови Сад: Факултет техничких наука             | 2021   |
| 14         | Koutroumbas, K., & Theodoridis                                              | Pattern Recognition                                                                                              | Burlington: Elsevier Inc.                      | 2009   |
| 15         | Hartley, R., & Zisserman, A.                                                | Multiple View Geometry in Computer Vision                                                                        | Cambridge University Press                     | 2011   |
| 16         | Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing | Special Issue on Hyperspectral Image and Signal Processing, Vol. 7, No. 6                                        | IEEE                                           | 2014   |
| 17         | Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing | Special Issue on Hyperspectral Image and Signal Processing, Vol. 8, No. 6                                        | IEEE                                           | 2015   |
| 18         | Hartley, R., & Zisserman, A.                                                | Multiple View Geometry in Computer Vision                                                                        | Cambridge University Press                     | 2011   |
| 19         | Shilkrot, R., & Escrivá, D. M.                                              | Mastering OpenCV 4: A Comprehensive Guide to Building Computer Vision and Image Processing Applications with C++ | Packt Publishing                               | 2018   |
| 20         | Fang, L.                                                                    | Plenoptic Imaging and Processing                                                                                 | Springer                                       | 2025   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                   |                                                                                                      |                      |                     |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                   | Дигитална обрада слике и видеа у аутономним возилима                                                 |                      |                     |                |
| Ознака предмета: 25.EAI040                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                   |                                                                                                      |                      |                     |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                   |                                                                                                      |                      |                     |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                   | ЕАИ - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет                                 |                      |                     |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                   | Рачунарска техника и рачунарске комуникације                                                         |                      |                     |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                   | Теслић Ђ. Никола, Редовни професор                                                                   |                      |                     |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |                                                                                                      |                      |                     |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                   | Аудиторне вежбе                                                                                      | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови  |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   | 0.00                                                                                                 | 3.00                 | 0.00                | 0.00           |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                   | Нема                                                                                                 |                      |                     |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                   |                                                                                                      |                      |                     |                |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                   |                                                                                                      |                      |                     |                |
| Упознати студенте са карактеристикама АДАС система. Упознати студенте са карактеристикама дигиталних слика и видео сигнала те системом камера у возилима. Оспособити студенте за примену и развој напредних алгоритама за обраду дигиталних слика и видео сигнала заснованих на машинском учењу, с нагласком на алгоритмима за примену у аутономним возилима                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                   |                                                                                                      |                      |                     |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |                                                                                                      |                      |                     |                |
| По завршетку предмета студенти ће моћи:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                   |                                                                                                      |                      |                     |                |
| 1.вредновати карактеристике ADAS система                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   |                                                                                                      |                      |                     |                |
| 2.упоредити алгоритме за обраду слике и видео сигнала у аутономним возилима                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                   |                                                                                                      |                      |                     |                |
| 3.применити напредне алгоритме обраде слике и видеа у реалном времену                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |                                                                                                      |                      |                     |                |
| 4.вредновати карактеристике система камера за аутономну вожњу                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                   |                                                                                                      |                      |                     |                |
| 5.применити поступке обраде слике камере за замену ретровизора                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                   |                                                                                                      |                      |                     |                |
| 6.развити прототип сопственог алгоритма обраде слике и видеа у реалном времену за примену у аутономним возилима                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                   |                                                                                                      |                      |                     |                |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                   |                                                                                                      |                      |                     |                |
| Увод у ADAS (Advanced Driver Assistance Systems). Карактеристике дигиталне слике и видеа. Системи камера у возилима. Напредни алгоритми за обраду слике и видеа у реалном времену који се користе у аутономним возилима. Обрада слике: поступци компресије, методе, побољшања слике, детекција ивица, детекција, класификација и препознавање објеката, сегментација сцене, оптичко препознавање знакова. Видео: видео стандарди, 3Д реконструкција сцене, временско праћење објеката, стереовизија, детекција пешака и возила применом камера. Примена камере као замене за ретровизоре. Праћење стања возача. Поглед на возило одозго. |                                                   |                                                                                                      |                      |                     |                |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                   |                                                                                                      |                      |                     |                |
| Предавања, Рачунарске вежбе, Конструкцијске вежбе (Практични пројекат)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                   |                                                                                                      |                      |                     |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                   |                                                                                                      |                      |                     |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                   | Обавезна                                                                                             | Поена                | Завршни испит       | Обавезна Поена |
| Одбрањене рачунарске вежбе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                   | Да                                                                                                   | 20.00                | Усмени део испита   | Да 50.00       |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                   | Да                                                                                                   | 30.00                |                     |                |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                   |                                                                                                      |                      |                     |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Аутор-и                                           | Наслов                                                                                               |                      | Издавач             | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Winner, H., S. Hakuli, S., Lotz, F., & Singer, C. | Handbook of Driver Assistance Systems                                                                |                      | Springer            | 2016           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Terzis, A.                                        | Handbook of Camera Monitor Systems - The Automotive Mirror-Replacement Technology based on ISO 16505 |                      | Springer            | 2016           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                |                                                                                                                                        |                      |                              |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                | Моделовање података у медицини                                                                                                         |                      |                              |               |
| Ознака предмета: 25.EAI022                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                |                                                                                                                                        |                      |                              |               |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                |                                                                                                                                        |                      |                              |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет<br>OM2 - Математика у техници (II годишњи) (MAC), Изборни предмет |                      |                              |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                | Примењене рачунарске науке и информатика                                                                                               |                      |                              |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                | Врбашки В. Дуња, Доцент<br>Иванчевић Д. Владимир, Ванредни професор                                                                    |                      |                              |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                |                                                                                                                                        |                      |                              |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                | Аудиторне вежбе                                                                                                                        | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР          | Остали часови |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                | 0.00                                                                                                                                   | 3.00                 | 0.00                         | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                | Нема                                                                                                                                   |                      |                              |               |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                |                                                                                                                                        |                      |                              |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                |                                                                                                                                        |                      |                              |               |
| Упознавање студената са различитим врстама и облицима података и њиховим специфичностима у односу на креирање и обраду при развоју решења у области вештачке интелигенције (доступност, квантитет, квалитет, сигурност). Упознавање са различитим начинима: добављања, репрезентације, моделовања и складиштења података. Анализа различитих модела података за примену изабраних метода машинског учења и развој решења у области вештачке интелигенције. Практично оспособљавање за инжењеринг карактеристика и примену метода рударења података и техника машинског учења над медицинским подацима.                                                                                                                                                                                                             |                                |                                                                                                                                        |                      |                              |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                |                                                                                                                                        |                      |                              |               |
| Студенти поседују знања о најчешћим врстама и облицима медицинских података у пракси, њиховој репрезентацији у рачунару и припреми за примену метода машинског учења и развоју решења у домену вештачке интелигенције. Самостално имплементирају и примењују поступке за: креирање, припрему, моделовање, коришћење и чување података. Распознају могућа ограничења у коришћењу доступних података. Конструшу одговарајуће репрезентације и моделе података. Анализирају и бирају одговарајуће методе и техника рударења података и машинског учења при раду са различитим врстама и облицима података. Познају савремене правце у научном истраживању у области моделовања података и доступне репозиторијуме података. Откривају и разматрају потенцијални развој нових решења у области вештачке интелигенције. |                                |                                                                                                                                        |                      |                              |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                |                                                                                                                                        |                      |                              |               |
| Врсте, формати и облици података. Начини репрезентације, дизајна и складиштења података. Специфичности медицинских података. Деидентификације и анонимизације података. Квалитет, стандарди и класификације података. Примарно и секундарно коришћење података. Отворени подаци. Анализа доступних репозиторијума података, њиховог дизајна и употребљивости. Разматрање постојећих и потенцијалних научних и практичних истраживања над доступним подацима. Употреба актуелних програмских језика, алата и библиотека за моделовање и обраду података. Креирање синтетичких података за истраживање примене модела машинског учења. Идентификација, одабир и имплементација техника за екстракцију знања из података. Практична примена и имплементација метода машинског учења над истраженим подацима.          |                                |                                                                                                                                        |                      |                              |               |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                |                                                                                                                                        |                      |                              |               |
| Настава се одвија кроз следеће облике: предавања, рачунарске вежбе и консултације. Предавања су аудиторна и на њима се у једном делу излаже градиво док се у другом охрабрује дискусија која се односи на нова сазнања и практичну примену и реализацију решења. Вежбе су показне и практичне. На њима се реализују софтверска решења која се односе на градиво изнето на предавањима. Задаци на вежбама се раде самостално или у тиму. Предавања и вежбе прате одговарајући материјали у облику: презентација, докумената и научних радова. На крају семестра се ради тест, писмено. У току семестра се дефинише предметни пројекат који студент изводи самостално уз менторство наставника и сарадника. Предметни пројекат се брани усмено на крају семестра.                                                    |                                |                                                                                                                                        |                      |                              |               |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                |                                                                                                                                        |                      |                              |               |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                | Обавезна                                                                                                                               | Поена                | Завршни испит                |               |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                | Да                                                                                                                                     | 50.00                | Усмени део испита            |               |
| Сложени облици вежби                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                | Да                                                                                                                                     | 10.00                | Да                           |               |
| Тест                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                | Да                                                                                                                                     | 10.00                | 30.00                        |               |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                |                                                                                                                                        |                      |                              |               |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Аутор-и                        | Наслов                                                                                                                                 |                      | Издавач                      | Година        |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Трајковић, Г., & Букумирић, З. | Медицинска статистика у Р програмском окружењу                                                                                         |                      | Београд: Медицински факултет | 2019          |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Moraga, P.                     | Geospatial Health Data: Modeling and Visualization with R-INLA and Shiny                                                               |                      | Chapman and Hall/CRC         | 2019          |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Hadley, W.                     | Р за статистичку обраду података                                                                                                       |                      | Микро књига                  | 2017          |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |                                        |                                                                |                            |        |
|------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и                                | Наслов                                                         | Издавач                    | Година |
| 4          | Hoffman, S.                            | Electronic Health Records and Medical Big Data: Law and Policy | Cambridge University Press | 2016   |
| 5          | Reddy, C. K., & Aggarwal, C. C. (Eds.) | Healthcare Data Analytics                                      | CRC Press                  | 2015   |
| 6          | Nguyen, A.                             | Hands-On Healthcare Data                                       | O'Reilly Media             | 2022   |
| 7          | Alice, P.                              | Mastering Health Data Science Using R                          | Chapman and Hall/CRC       | 2025   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                       |                 |                                                                      |                     |               |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------|
| Наставни предмет                      |                 | Софтвер у реалном времену                                            |                     |               |
| Ознака предмета: 25.EAI023            |                 |                                                                      |                     |               |
| Број ЕСПБ: 6                          |                 |                                                                      |                     |               |
| Програм(и) у којем се изводи          |                 | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет |                     |               |
| УНО предмета                          |                 | Рачунарска техника и рачунарске комуникације                         |                     |               |
| Наставници:                           |                 | Ђукић М. Миодраг, Доцент                                             |                     |               |
| Број часова активне наставе (недељно) |                 |                                                                      |                     |               |
| Предавања                             | Аудиторне вежбе | Други облици наставе                                                 | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |
| 3.00                                  | 0.00            | 2.00                                                                 | 0.00                | 0.00          |
| Предмети предуслови                   |                 | Нема                                                                 |                     |               |

Услови:

#### 1. Образовни циљ:

Циљ предмета је да се код студената развије разумевање односа о зависности софтвера и хардвера кроз механизме програмског језика Це (енгл. C); као и Це++-а (енгл. C++) јер се њихове хардверске апстракције у огромној мери преклапају. Намера је да се студенти оспособе за самосталан и дисциплинован развој програма у програмском језику Це, са дубинским разумевањем кода и начина на који се то пресликава на хардвер.

#### 2. Исходи образовања (Стечена знања):

Након положеног предмета, студент је оспособљен да пројектује и реализује програме средње сложености и индустријског квалитета у језику C за разноврсне циљне платформе. Студент је у стању да разуме однос софтвера и хардвера за широк опсег различитих архитектура Такође, разуме и захтеве реалног времена, и способан је да пројектује софтвер у складу са њима.

#### 3. Садржај/структура предмета:

Задаци програма који се ослањају на процесорску архитектуру и њихове посебности. Значај ограничења реалног времена и последице на начин програмирања и пројектовања софтвера. Контролисано извршавање програма и улога симулатора. Дубље упознавање са хардверском апстракцијом програмског језика Це: величина и репрезентација основних типова; променљиве и њихова представа у физичкој архитектури; механизми заузимања меморије; функције и позивна конвенција; показивачи и њихов однос са нивозима; мала и велика крајност (енгл. endianness); структуре, уније и адресно поравнање; build процес и претпроцесор. Системи за контролу верзија. Основне структуре података које су честе код програма за наменске системе. Наменска проширења Це језика: допунски стандарди и компајлерске посебности. Теме везане за безбедност и поузданост програма: технике испитивања, формални стандарди кодирања (MISRA и сл.), статичка анализа кода. Оцена и мерење меморијског заузећа програма. Утврђивање времена извршавања за најгори случај. Примери наменских архитектура: DSP и GPU. Примери примене вештачке интелигенције и машинског учења са посебним захтевима извршавања у реалном времену.

#### 4. Методе извођења наставе:

Предавања. Рачунарске вежбе. Консултације. У оквиру предиспитних обавеза студенти раде предметне пројекте. Пројектни задаци обавезно садрже неколико степени слободе, подстичући студенте да самостално праве одлуке и вреднују резултате у контексту различитих могућих намена, циљних архитектура и захтева реалног времена. На завршном испиту проверава се разумевања основних принципа и теоријског дела градива.

#### Оцене знања (максимални број поена 100)

| Предиспитне обавезе        | Обавезна | Поена | Завршни испит        | Обавезна | Поена |
|----------------------------|----------|-------|----------------------|----------|-------|
| Одбрањене рачунарске вежбе | Да       | 20.00 | Теоријски део испита | Да       | 50.00 |
| Предметни пројекат         | Да       | 30.00 |                      |          |       |

#### Литература

| Р.бр. | Аутор-и        | Наслов                                                                                                              | Издавач                    | Година |
|-------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------|
| 1     | Kopetz, H.     | REAL-TIME SYSTEMS Design Principles for Distributed Embedded Applications                                           | Kluwer Academic Publishers | 2002   |
| 2     | Agans, J.D.    | Debugging—The Nine Indispensable Rules for Finding Even the Most Elusive Software and Hardware Problems             | Amacom                     | 2002   |
| 3     | Stevanovic, M. | Advanced C and C++ Compiling                                                                                        | Apress                     | 2014   |
| 4     | --             | ISO/IEC 9899:2018 Programming languages — C, International standard                                                 | ISO/IEC                    | 2018   |
| 5     | --             | ISO/IEC 18037:2008 Programming languages - C - Extensions to support embedded processors, Technical report, ISO/IEC | ISO/IEC                    | 2008   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                 |                                                                                                                                                                                                                   |                     |                                |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 | Наука о мрежама                                                                                                                                                                                                   |                     |                                |                |
| Ознака предмета: 25.EK673                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |                                                                                                                                                                                                                   |                     |                                |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |                                                                                                                                                                                                                   |                     |                                |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 | Е10 - Енергетика, електроника и телекомуникације (МАС), Изборни предмет<br>ЕА1 - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет<br>ОМ2 - Математика у техници (II годишњи) (МАС), Изборни предмет |                     |                                |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 | Телекомуникације и обрада сигнала                                                                                                                                                                                 |                     |                                |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 | Бајовић Д. Драгана, Ванредни професор                                                                                                                                                                             |                     |                                |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                                                   |                     |                                |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Аудиторне вежбе | Други облици наставе                                                                                                                                                                                              | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови                  |                |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1.00            | 1.00                                                                                                                                                                                                              | 0.00                | 0.00                           |                |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                 | Нема                                                                                                                                                                                                              |                     |                                |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                 |                                                                                                                                                                                                                   |                     |                                |                |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |                                                                                                                                                                                                                   |                     |                                |                |
| Циљ предмета је да студенти овладају основним концептима и методама за анализу процеса и података на мрежама, одговарајућим софтверским алатима, на конкретним примерима из домена мрежа.                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |                                                                                                                                                                                                                   |                     |                                |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                                                   |                     |                                |                |
| По успешно завршеном курсу студенти ће моћи да: 1) примене научене теоријске алате да моделују, анализирају, и реше задати практичан проблем из домена мрежа; 2) примене научене методе и алгоритме у одговарајућим софтверским алатима над реалним подацима (Python NetworkX, Gephi, и другим савременим алатима).                                                                                                                                      |                 |                                                                                                                                                                                                                   |                     |                                |                |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |                                                                                                                                                                                                                   |                     |                                |                |
| Увод у теорију графова и алгебарску теорију графова: матрица суседства и Лапласијан; расподела броја суседа и scale-free особина; коефицијенти кластеризације и коефицијенти централности; модели формирања мрежа: Erdos-Renyi, Watts-Strogatz, и Barabasi-Albert; заједнице у мрежама и алгоритми њихове детекције, стохастички блок модел; консензус алгоритми и алгоритми дифузије; актуелне примене; презентација и дискусија студентских пројеката. |                 |                                                                                                                                                                                                                   |                     |                                |                |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |                                                                                                                                                                                                                   |                     |                                |                |
| Лекције, аудиторне вежбе, студије случаја, рачунарске вежбе, домаћи задаци, пројекат.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                                                   |                     |                                |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                 |                                                                                                                                                                                                                   |                     |                                |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                 | Обавезна                                                                                                                                                                                                          | Поена               | Завршни испит                  | Обавезна Поена |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 | Да                                                                                                                                                                                                                | 30.00               | Завршни испит                  | Да 70.00       |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                 |                                                                                                                                                                                                                   |                     |                                |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Аутор-и         | Наслов                                                                                                                                                                                                            |                     | Издавач                        | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Barabási, A.-L. | Network Science                                                                                                                                                                                                   |                     | http://networksciencebook.com/ | 2023           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Бајовић, Д.     | Слајдови                                                                                                                                                                                                          |                     | --                             | 2025           |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Bajovic, D.     | Teaching slides                                                                                                                                                                                                   |                     | --                             | 2025           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                                |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                     | Архитектура система великих скупова података                                                                                                                                                                                                                              |                      |                                |                |
| Ознака предмета: 25.RVP04                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                                |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                                |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     | DR1 - Дистрибуирано рачунарство и информациони инжењеринг (MAC), Изборни предмет<br>E20 - Рачунарство и аутоматика (MAC), Изборни предмет<br>EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет<br>IF2 - Информациони инжењеринг (MAC), Изборни предмет |                      |                                |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     | Примењене рачунарске науке и информатика                                                                                                                                                                                                                                  |                      |                                |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                     | Димитриески А. Владимир, Ванредни професор                                                                                                                                                                                                                                |                      |                                |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                                |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                     | Аудиторне вежбе                                                                                                                                                                                                                                                           | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР            | Остали часови  |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                     | 0.00                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3.00                 | 0.00                           | 0.00           |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                     | Нема                                                                                                                                                                                                                                                                      |                      |                                |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                                |                |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                                |                |
| Разумевање концепата, метода и архитектура рачунарских система за обраду великих скупова података (Big Data) и овладавање техникама програмског решавања проблема у овом домену.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                                |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                                |                |
| Студенти стичу напредна знања о развоју, архитектурама и применама рачунарских система за рад са великим скуповима података (Big Data). Стечена знања се користе у пракси за потребе обраде података, пословног извештавања и припреме података за обучавање, валидацију и коришћење модела вештачке интелигенције.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                                |                |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                                |                |
| Концепти и методе у анализи великих скупова података (Big Data). Архитектуре рачунарских система и алгоритми за рад са великим скуповима података. Концепти и системи складиштења великих скупова података - основни елементи складиштења великих скупова података (меморијски дискови, радна меморија и процесорска јединица, мрежна инфраструктура, формати датотека, компресија) и апстракције складиштења (дистрибуирани систем датотека HDFS, објектна складишта података, језера података, системи складишта података, складишта мета-података). Концепти и системи пакетне обраде великих скупова података (MapReduce и Apache Spark). Концепти и системи размене велике количине података у реалном времену (Apache Kafka). Концепти и системи обраде података у реалном времену (Apache Kafka Streams, Apache Flink и Apache Spark Streaming). Основе примене система великих скупова података у научним израчунавањима, информационом инжењерингу и системима вештачке интелигенције. Основе имплементације система за рад са великим скуповима података у облаку. |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                                |                |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                                |                |
| Настава се изводи у облику предавања, рачунарских вежби (у рачунарској лабораторији) и консултација. Током целокупног процеса извођења наставе, студенти се подстичу на интензивну комуникацију, критичко резонување, самостални рад и активан однос према процесу наставе. Услов за добијање потписа и излазак на завршни испит представља извршење свих предиспитних обавеза, у минималном обиму од 36 поена.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                                |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                                |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                     | Обавезна                                                                                                                                                                                                                                                                  | Поена                | Завршни испит                  | Обавезна Поена |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                     | Да                                                                                                                                                                                                                                                                        | 45.00                | Теоријски део испита           | Да 30.00       |
| Предметни(пројектни)задачак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                     | Да                                                                                                                                                                                                                                                                        | 15.00                |                                |                |
| Сложени облици вежби                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                     | Да                                                                                                                                                                                                                                                                        | 10.00                |                                |                |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                                |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Аутор-и                             | Наслов                                                                                                                                                                                                                                                                    |                      | Издавач                        | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Serra, J.                           | Deciphering Data Architectures                                                                                                                                                                                                                                            |                      | O'Reilly Media                 | 2023           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Reis, J., & Housley, M.             | Fundamentals of Data Engineering: Plan and Build Robust Data Systems                                                                                                                                                                                                      |                      | O'Reilly Media                 | 2022           |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kleppmann, M.                       | Designing Data-Intensive Applications: The Big Ideas Behind Reliable, Scalable, and Maintainable Systems                                                                                                                                                                  |                      | O'Reilly Media                 | 2017           |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Dehghani, Z.                        | Data Mesh: Delivering Data-Driven Value at Scale                                                                                                                                                                                                                          |                      | O'Reilly Media                 | 2022           |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Akidau, T., Chernyak, S., & Lax, R. | Streaming Systems: The What, Where, When, and How of Large-Scale Data Processing                                                                                                                                                                                          |                      | O'Reilly Media                 | 2018           |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Marz, N., & Warren, J.              | Big Data: Principles and Best Practices of Scalable Realtime Data Systems                                                                                                                                                                                                 |                      | New York: Manning Publications | 2015           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |           |                              |                |        |
|------------|-----------|------------------------------|----------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и   | Наслов                       | Издавач        | Година |
| 7          | White, T. | Hadoop: The Definitive Guide | O'Reilly Media | 2015   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |                                                                      |                      |                       |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                          | Машинско учење у физичким системима                                  |                      |                       |                |
| Ознака предмета: 25.H2511                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                                                      |                      |                       |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                          |                                                                      |                      |                       |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                          | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет |                      |                       |                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          | H00 - Мехатроника (MAC), Изборни предмет                             |                      |                       |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                          | Мехатроника, роботика, аутоматизација и интегрисани системи          |                      |                       |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          | Раковић М. Мирко, Редовни професор                                   |                      |                       |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          |                                                                      |                      |                       |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          | Аудиторне вежбе                                                      | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР   | Остали часови  |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                          | 0.00                                                                 | 3.00                 | 0.00                  | 0.00           |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                          | Нема                                                                 |                      |                       |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                          |                                                                      |                      |                       |                |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                          |                                                                      |                      |                       |                |
| Циљ предмета је да студенте обучи за примену и развој напредних метода машинског учења у моделовању, управљању, симулацији и оптимизацији комплексних физичких система.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                          |                                                                      |                      |                       |                |
| Фокус је на оспособљавању студената да:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                          |                                                                      |                      |                       |                |
| <div>- Разумеју како неуралне мреже могу да моделују нелинеарну и сложену динамику система тамо где класични физички и математички модели не успевају.</div> <div>- Пројектују решења која користе податке из физичких експеримената или симулација.</div> <div>- Комбинују доменско знање (физику/инжењерство) са методама вештачке интелигенције.</div>                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                                                      |                      |                       |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          |                                                                      |                      |                       |                |
| По завршетку курса, студенти би требало да буду у стању да:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |                                                                      |                      |                       |                |
| <div>- Самостално пројектују и имплементирају различите архитектуре неуронских мрежа за специфичне инжењерске проблеме.</div> <div>- Формулишу физички проблем на начин погодан за машинско учење.</div> <div>- Примене методе машинског учења за предвиђање стања система, идентификацију параметара или оптимизацију перформанси физичких процеса.</div> <div>- Критички евалуирају перформансе и ограничења научног модела у односу на класичне методе.</div>                                                                                                                              |                          |                                                                      |                      |                       |                |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                          |                                                                      |                      |                       |                |
| Садржај курса је подељен на теоријски део и део посвећен практично оријентисаним пројектима. Области које су покривене курсом су: теорија машинског учења за физичке системе са посебним фокусом на роботiku. Затим, кратак преглед класичног моделовања физичких система у сценаријима где се користе роботи, увод у неуронске мреже за моделовање физичких система, примене машинског учења за предвиђање временских серија, обраду слика, оптимизацију управљања системима у реалном времену, прикупљање, препроцесирање и визуализација великих сетова података из физичких система, итд. |                          |                                                                      |                      |                       |                |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |                                                                      |                      |                       |                |
| Методе извођења наставе су углавном комбиноване, са јаким нагласком на практичан рад и пројектно учење.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                          |                                                                      |                      |                       |                |
| Предавања су фокусирана на математичким основама машинског учења и теорији физичких система који могу да се модулују неуронским мрежама.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                          |                                                                      |                      |                       |                |
| Рачунарске/Лабораторијске вежбе се баве имплементацијом неуронских мрежа коришћењем професионалних софтверских алата (нпр. Python, PyTorch, TensorFlow).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                          |                                                                      |                      |                       |                |
| Пројектни рад је најбитнији део, где студенти раде на једном или више мањих пројеката који обухватају цео процес од дефинисања проблема, преко прикупљања (или генерисања) података, до обуке и тестирања модела машинског учења на неком физичком систему са роботима.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                          |                                                                      |                      |                       |                |
| За пројектни рад је потребно припремити техничку документацију и презентацију у којој се поред приказа конкретног пројекта, очекује и анализа и презентација актуелних радова из литературе релевантних за пројектни рад.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |                                                                      |                      |                       |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                          |                                                                      |                      |                       |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                          | Обавезна                                                             | Поена                | Завршни испит         | Обавезна Поена |
| Тест                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                          | Да                                                                   | 30.00                | Одбрана завршног рада | Да 70.00       |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                          |                                                                      |                      |                       |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Аутор-и                  | Наслов                                                               |                      | Издавач               | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Bishop, C., & Bishop, H. | Deep Learning: Foundations and Concepts                              |                      | Springer              | 2024           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                       |                                                                                                                                      |                      |                     |                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                       | Напредне методе за снимање и анализу кретања                                                                                         |                      |                     |                     |
| Ознака предмета: 25.IA025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                       |                                                                                                                                      |                      |                     |                     |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                       |                                                                                                                                      |                      |                     |                     |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                       | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет<br>F20 - Анимација у инжењерству (MAC), Изборни предмет         |                      |                     |                     |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                       | Математичке науке<br>Рачунарска графика                                                                                              |                      |                     |                     |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                       | Раковић М. Мирко, Редовни професор<br>Крстановић С. Лидија, Ванредни професор                                                        |                      |                     |                     |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                       |                                                                                                                                      |                      |                     |                     |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                       | Аудиторне вежбе                                                                                                                      | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови       |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                       | 0.00                                                                                                                                 | 3.00                 | 0.00                | 0.00                |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                       | Нема                                                                                                                                 |                      |                     |                     |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                       |                                                                                                                                      |                      |                     |                     |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                       |                                                                                                                                      |                      |                     |                     |
| Стицање напредних знања везаних за:      • снимање кретања крутих и еластичних тела као и комплексних људских покрета укључујући и фацијалне експресија и      • анализу, постпроцесирање и оптимизацију снимљеног кретања.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                       |                                                                                                                                      |                      |                     |                     |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                       |                                                                                                                                      |                      |                     |                     |
| Савлађивање напредних теоријских сазнања и стицање практичног искуства у области снимања и анализе комплексних кретања објеката и човека. Оспособљавање за напредни рад са системом за снимање кретања фирме Викон. Упознавање са напредним алгоритмима за постпроцесирање и припрема за даљу примену снимљеног кретања. Део наставе на предмету се одвија кроз самостални истраживачки рад у области везаној за предмет. Самостални истраживачки рад обухвата упознавање са актуелном научном литературом везаном за област снимања и анализе кретања човека и реализацију апликација и/или анимација базираних на снимљеним покретима. |                                       |                                                                                                                                      |                      |                     |                     |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                       |                                                                                                                                      |                      |                     |                     |
| Упознавање са предметом. Моделовање комплексних разгранатих система крутих тела. Редундатни системи и опримизација кретања. Снимање и синтеза кретања објеката у динамичкој неструктурираној сцени. Снимање и синтеза различитих типова љутских покрета. Снимање и синтеза фацијалних експресија. Постпроцесирање и методе оптимизације снимљених покрета. Примена у области роботике, индустрије забаве, медицине, спорта, уметности                                                                                                                                                                                                    |                                       |                                                                                                                                      |                      |                     |                     |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                       |                                                                                                                                      |                      |                     |                     |
| Облици извођења наставе су: предавања, практичан рад у лабораторији за снимање и анализу кретања, израда пројекта, и консултације. На предавањима се излажу садржаји предмета и стимулише се активно учешће студената. Практични део студенти савладавају радом на рачунару.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                       |                                                                                                                                      |                      |                     |                     |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                       |                                                                                                                                      |                      |                     |                     |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                       | Обавезна                                                                                                                             | Поена                | Завршни испит       | Обавезна      Поена |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                       | Да                                                                                                                                   | 30.00                | Усмени део испита   | Да      30.00       |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                       | Да                                                                                                                                   | 30.00                |                     |                     |
| Присуство на предавањима                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                       | Да                                                                                                                                   | 5.00                 |                     |                     |
| Присуство на вежбама                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                       | Да                                                                                                                                   | 5.00                 |                     |                     |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                       |                                                                                                                                      |                      |                     |                     |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Аутор-и                               | Наслов                                                                                                                               |                      | Издавач             | Година              |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Zatsiorsky, I., & Vladimir M.         | Kinematics of Human Motion                                                                                                           |                      | Human Kinetics      | 1998                |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Huang, Z., Thomas, C., & Reddy, S. C. | Human Face Motion Analysis. Visual Form                                                                                              |                      | Springer            | 1992                |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Kitagawa, M., & Windsor, B.           | MoCap for Artists: Workflow and Techniques for Motion Capture                                                                        |                      | CRC Press           | 2012                |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Ricardo, T.                           | The Mocap Book: A Practical Guide to the Art of Motion Capture                                                                       |                      | Foris Force         | 2010                |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Géron, A.                             | Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems 1st Edition |                      | O'Reilly Media      | 2017                |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Р.бр. | Аутор-и                             | Наслов                                                                                                        | Издавач                                        | Година |
|-------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------|
| 6     | Menache, A.                         | Understanding Motion Capture for Computer Animation (Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics) 2nd Edition | Burlington, MA, USA: Morgan Kaufmann, Elsevier | 2010   |
| 7     | Menache, A.                         | Understanding Motion Capture for Computer Animation                                                           | Burlington, MA, USA: Morgan Kaufmann, Elsevier | 2010   |
| 8     | Rosenhahn, B., Klette, R., & et al. | Human Motion: Understanding, Modelling, Capture, and Animation                                                | Springer                                       | 2007   |
| 9     | Kitagawa, M., & Windsor, B.         | MoCap for Artists: Workflow and Techniques for Motion Capture                                                 | CRC Press                                      | 2008   |
| 10    | Liverman, M.                        | The Animator's Motion Capture Guide: Organizing, Managing, Editing (Charles River Media Game Development)     | Charles River Media                            | 2004   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | Хардверске платформе за вештачку интелигенцију и машинско учење      |                      |                                                   |               |
| Ознака предмета: 25.EAI025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | ЕАИ - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет |                      |                                                   |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Електроника                                                          |                      |                                                   |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | Врањковић С. Вук, Ванредни професор                                  |                      |                                                   |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Струхарик Ј. Растислав, Редовни професор                             |                      |                                                   |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Теодоровић Ђ. Предраг, Ванредни професор                             |                      |                                                   |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Аудиторне вежбе                                                      | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                               | Остали часови |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | 0.00                                                                 | 3.00                 | 0.00                                              | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | Нема                                                                 |                      |                                                   |               |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| Циљ предмета је да студенте упозна са могућим хардверским решењима која се користе приликом пројектовања система који користе вештачку интелигенцију. Студенти ће стећи знања која ће им омогућити да одаберу хардверску платформу за имплементацију у зависности од ограничења система: перформанси, потрошне, величине... Студенти ће бити упознати са основним софтверским алатима специјализованим за коришћење са наменским рачунарским системима за вештачку интелигенцију. Посебно ће бити обрађен интерфејс између софтверских алата и хардверских система. Студенти ће бити упознати са алатима који им стоје на располагању за анализу добијених перформанси и потрошње. Додатно, студенти ће бити упознати и са могућностима за хардверску имплементацију алгоритама који се користе у вештачкој интелигенцији. |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| Након успешног завршетка овог курса студенти ће бити способни да:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| - Разумеју потребу за наменским рачунарским системима за вештачку интелигенцију                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| - Одаберу оптималну хардверску платформу за одговарајућу апликацију вештачке интелигенције                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| - Разумеју интерфејс између хардвера и софтвера у системима вештачке интелигенције                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| - Имплементирају захтевану апликацију вештачке интелигенције на одабраном наменском хардверском систему                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| - Прикупе и анализирају податке везане за перформансе и потрошњу имплементiranог система вештачке интелигенције                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| - Разумеју архитектуру и методологију развоја хардверских IP језгара чија је примена у вештачкој интелигенцији                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| Теоријска настава                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| - Мотивација за увођење наменских рачунарских системима за вештачку интелигенцију.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| - Преглед рачунарских система на којима се извршавају алгоритми вештачке интелигенције. Поређење решења опште намене са наменским решењима. Архитектуре наменских хардверских платформи.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| - Преглед софтверских пакета који се користе за имплементацију алгоритама вештачке интелигенције и њихова веза са наменским рачунарским системима. Поређење решења опште намене са наменским решењима.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| - Опис методологије развоја хардверских IP језгара за примену у системима који користе алгоритме вештачке интелигенције. Имплементација, симулација и верификација таквих IP језгара. Опис алата и неопходне софтверске подршке за интеграцију IP језгара у системе.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| - Преглед отворених истраживачких питања у области наменских система вештачке интелигенције.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| Практична настава                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| Студенти ће кроз вежбе бити оспособљени да примене алгоритме вештачке интелигенције на наменским рачунарским системима. Током вежби проћи ће се кроз методологију развоја за већи број постојећих наменских платформи. Саставни део курса је и пројекат. Студенти ће моћи да одаберу апликацију вештачке интелигенције и потом ће бити у обавези да је имплементирају на платформи по њиховом избору. Пројекат ће моћи да се реализује и у сарадњи са компанијама које се баве вештачком интелигенцијом.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| Предавања се изводе коришћењем презентација. Практични део курса изводи се у Лабораторији за дискретне системе и алгоритме на ФТН-у. Компаније које се баве применом и развојем електронских система вештачке интелигенције примаће студенте на праксу. Самостални студентски пројекат је обавезан и може се радити у оквиру неке од компанија. Овај пројекат је и обавезан услов за излазак на испит. Студенти морају да остваре минимум 50% поена на пројекту да би могли да изађу на испит. Теоријски део испита моћи ће да се полаже кроз два колоквијума у току семестра или као целина у редовним испитним роковима.                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                      |                      |                                                   |               |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | Обавезна                                                             | Поена                | Завршни испит                                     |               |
| Одбрањене лабораторијске вежбе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | Да                                                                   | 10.00                | Писмени део испита - комбиновани задаци и теорија |               |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | Да                                                                   | 60.00                | Да                                                |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                      |                      | Не                                                |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                      |                      | 15.00                                             |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                      |                      | Не                                                |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                      |                      | 15.00                                             |               |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Р.бр. | Аутор-и                       | Наслов                                                                                                                                    | Издавач                      | Година |
|-------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------|
| 1     | Hennessy, J., & Patterson, D. | Computer Architecture: A Quantitative Approach, 6th Ed.                                                                                   | Morgan Kaufmann              | 2019   |
| 2     | Solihin, Y.                   | Fundamentals of Parallel Multicore Architecture                                                                                           | CRC Press                    | 2015   |
| 3     | Géron, A.                     | Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, 2nd Ed. | O'Reilly                     | 2019   |
| 4     | Shao, Y. S., & Brooks, D.     | Research Infrastructures for Hardware Accelerators                                                                                        | Morgan & Claypool Publishers | 2015   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------|---------------|--------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                             | Неуронске мреже                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| Ознака предмета: 25.E2512                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                             | E20 - Рачунарство и аутоматика (MAC), Изборни предмет<br>EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет<br>SE0 - Софтверско инжењерство и информационе технологије (MAC), Изборни предмет |                      |                                         |               |        |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                             | Примењене рачунарске науке и информатика                                                                                                                                                                        |                      |                                         |               |        |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                             | Сливка Ј. Јелена, Редовни професор<br>Марковић М. Марко, Ванредни професор                                                                                                                                      |                      |                                         |               |        |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                             | Аудиторне вежбе                                                                                                                                                                                                 | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                     | Остали часови |        |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             | 0.00                                                                                                                                                                                                            | 2.00                 | 0.00                                    | 0.00          |        |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                             | Нема                                                                                                                                                                                                            |                      |                                         |               |        |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| Овладавање теоријским концептима и архитектурама вештачких неуронских мрежа, са фокусом на дубоко учење. Предмет има за циљ да оспособи студенте за разумевање и имплементацију напредних модела, почевши од фундаменталних алгоритама за обучавање, преко обраде слика и текста, до савремених генеративних модела и великих језичких модела.                                                                                                                                                                                                       |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| Након успешно савладаног предмета, студент ће бити у стању да:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| 1. Разуме математичке основе обучавања неуронских мрежа, укључујући алгоритам пропагације грешке уназад (Backpropagation).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| 2. Дизајнира и примени конволутивне (CNN) и рекурентне мреже (RNN) за обраду слика и секвенцијалних података.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| 3. Дизајнира, примени и фино подешава моделе за различите задатке.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| 4. Примени и фино подешава велике језичке моделе и дифузионе моделе за генеративне задатке.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| 5. Примени технике за ефикасније тренирање и оптимизацију дубоких неуронских мрежа.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| 1. Основе дубоког учења: Вишеслојни перцептрон (MLP). Активационе функције и функције грешке. Оптимизација и алгоритам пропагације грешке уназад (Backpropagation).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| 2. Обрада слика и секвенци: Конволутивне неуронске мреже (CNN). Рекурентне неуронске мреже (RNN, LSTM, GRU). Аутоенкодери. Дистрибуиране векторске репрезентације текста. Фино подешавање модела.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| 3. Трансформер архитектура и велики језички модели: Механизам пажње. Трансформер архитектура (BERT, GPT). Велики језички модели (LLMs) и промпт инжењерство.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| 4. Генеративна вештачка интелигенција: Генеративни модели (GAN, VAE). Дифузиони модели за генерацију слика.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| 5. Ефикасније тренирање неуронских мрежа: Претрага по мрежи (Grid Search) и насумична претрага (Random Search). Бајесовска оптимизација.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| Настава се реализује кроз предавања, рачунарске вежбе и самостални рад студената. На предавањима се обрађују кључни концепти и теоријске основе, док се на вежбама ти концепти практично имплементирају. Предметни пројекат обухвата избор реалног проблема, његову формулацију, имплементацију и евалуацију решења. Теоријски део испита се полаже писањем извештаја о пројекту у ком се описују мотивација, теоријске основе, детаљи имплементације и резултати евалуације имплементiranог решења предметног пројекта и усменом одбраном пројекта. |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                             | Обавезна                                                                                                                                                                                                        | Поена                | Завршни испит                           | Обавезна      | Поена  |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                             | Да                                                                                                                                                                                                              | 70.00                | Презентација и завршна одбрана пројекта | Да            | 30.00  |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                             |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                         |               |        |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Аутор-и                                     | Наслов                                                                                                                                                                                                          |                      | Издавач                                 |               | Година |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Chollet. F.                                 | Deep Learning with Python                                                                                                                                                                                       |                      | Manning Publications                    |               | 2017   |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. | Deep Learning                                                                                                                                                                                                   |                      | Cambridge: MIT Press                    |               | 2017   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |                            |                |                                                                                                                                      |        |
|------------|----------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и                    | Наслов         | Издавач                                                                                                                              | Година |
| 3          | Николић, М., & Зечевић, А. | Машинско учење | Сопствено издање,<br>доступно на:<br><a href="https://ml.matf.bg.ac.rs/readings/ml.pdf">https://ml.matf.bg.ac.rs/readings/ml.pdf</a> | 2019   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                       |                 |                                                                      |                     |               |  |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------|--|
| Наставни предмет                      |                 | Методe и технике дубoког учења                                       |                     |               |  |
| Ознака предмета: 25.EAI048            |                 |                                                                      |                     |               |  |
| Број ЕСПБ: 6                          |                 |                                                                      |                     |               |  |
| Програм(и) у којем се изводи          |                 | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет |                     |               |  |
| УНО предмета                          |                 | Информационо-комуникациони системи                                   |                     |               |  |
| Наставници:                           |                 | Ћулибрк Р. Дубравко, Редовни професор                                |                     |               |  |
| Број часова активне наставе (недељно) |                 |                                                                      |                     |               |  |
| Предавања                             | Аудиторне вежбе | Други облици наставе                                                 | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |  |
| 3.00                                  | 0.00            | 3.00                                                                 | 0.00                | 0.00          |  |
| Предмети предуслови                   |                 | Нема                                                                 |                     |               |  |

Услови:

#### 1. Образовни циљ:

Циљ предмета је упознавање студената са методама и техникама коришћења дубоких неуронских мрежа – система чија је архитектура базирана на архитектури људског централног нервног система. Студенти ће разумети основне концепте неуронских мрежа и овладати применом алата за развој система вештачке интелигенције базираних на концепту дубоког учења (Дееп Леарнинг). Курс је конципиран тако да води студенте кроз пар одабраних практичних радионица NVIDIA института за дубоко учење Deep Learning Institute (DLI), те ће студентима обезбедити практично искуство у развоју и примени система дубоког учења на савременим GPU платформама и серверима у облаку.

#### 2. Исходи образовања (Стечена знања):

Студенти ће по завршетку курса имати знања и вештине које ће им омогућити да користе технике дубоког учења за решавање практичних проблема из домена информационих технологија. Поред тога стећи ће практичне вештине развоја програмских решења коришћењем Caffe, TensorFlow и PyTorch окружења за моделовање и тренирање дубоких неуронских мрежа. Кроз практичан тренинг базиран на NVIDIA DLI радионицама студенти ће развити и применити практичне системе дубоког учења на серверима у облаку и имати прилику да стекну до 2 NVIDIA DLI сертификата.

#### 3. Садржај/структура предмета:

Предмет ће покрити следеће области: основне концепте неуроонских мрежа 1. и 2. генерације, методе репрезентације (кодовања) различитих типова података у системима дубоког учења, основне методе надгледаног и ненадгледаног учења у оваквим системима, методе учења у системима са дубоком архитектуром (Deep Learning<-eng>) i primene ovih sistema za analizu velikih količina multimedijalnih podataka. Teorijsku nastavu će pratiti praktična obuka iz implementacije programskih rešenja (modela neuronskih mreža) u okruženjima <eng>Caffe, TensorFlow и PyTorch и на платформама за масивну паралелну обраду података у облаку. Студенти ће у оквиру предмета проћи кроз радионице NVIDIA DLI које се баве фундаментима дубоког учења и развојем апликација за обраду природног говора на бази архитектура трансформатора.

#### 4. Методе извођења наставе:

Предавања и лабораторијске вежбе, тестови и индивидуални задатак (пројекат). У оквиру вежби ће студенти бити оспособљени за имплементацију програмских решења у програмском окружењу Caffe, TensorFlow и PyTorch, кроз одговарајуће радионице NVIDIA DLI. Усвајање теоретских знања са предавања ће се проверавати тестовима и на усменом испиту, а индивидуални задатак ће укључивати практичну имплементацију система машинског учења базираних на дубоком учењу, одговарајуће сложености у сарадњи са компанијама које примењују дубоко учење и у оквиру праксе на коју ће примити студенте у координацији са предавачем курса. Предиспитне обавезе чиниће успешно завршен и одбрањен самостални предметни пројекат, као и скупљен адекватан број бодова са вежби - услов за излазак на испит је 25 од 50 бодова.

#### Оцене знања (максимални број поена 100)

| Предиспитне обавезе | Обавезна | Поена | Завршни испит        | Обавезна | Поена |
|---------------------|----------|-------|----------------------|----------|-------|
| Пројектни задатак   | Да       | 30.00 | Сложени облици вежби | Да       | 20.00 |
| Тест                | Да       | 20.00 | Усмени део испита    | Да       | 30.00 |

#### Литература

| Р.бр. | Аутор-и                                     | Наслов                                         | Издавач              | Година |
|-------|---------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------|--------|
| 1     | Rojas, R.                                   | Neural Networks                                | Springer-Verlag      | 1996   |
| 2     | Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. | Deep Learning                                  | Cambridge: MIT Press | 2017   |
| 3     | Ћулибрк, Д.                                 | Откривање знања из података: одабрана поглавља | CreateSpace          | 2012   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                       |                      |                     |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | Принципи дубоког учења                                                |                      |                     |               |
| Ознака предмета: 25.EAI002                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                       |                      |                     |               |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                       |                      |                     |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | ЕАИ - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Обавезан предмет |                      |                     |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Телекомуникације и обрада сигнала                                     |                      |                     |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Јаковљевић М. Никша, Ванредни професор                                |                      |                     |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | Лончар-Турукало Г. Татјана, Редовни професор                          |                      |                     |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                       |                      |                     |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | Аудиторне вежбе                                                       | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | 0.00                                                                  | 3.00                 | 0.00                | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | Нема                                                                  |                      |                     |               |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                       |                      |                     |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                       |                      |                     |               |
| Циљ предмета је да студент разуме принципе функционисања дубоких неуронских мрежа и да се оспособи за њихову ефикасну имплементацију при решавању великог броја практичних проблема машинског учења.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                       |                      |                     |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                       |                      |                     |               |
| Студенти који успешно савладају градиво на предмету умеју да самостално:<br>- креирају, обуче и примене дубоке неуронске мреже различитих архитектура над разнородним подацима;<br>- евалуирају и анализирају перформансе модела;<br>- модификују хиперпараметре тако да се добије тачнији и робустнији модел;<br>- јасно дефинишу, интерпретирају и дискутују постојеће алгоритме;<br>- ефикасно прате нове научне радове и разумеју нова решења у области дубоког учења.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                       |                      |                     |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                       |                      |                     |               |
| Теоријска настава<br>Модел дубоке неуронске мреже: елементи (неурон и активационе функције, параметри мреже), циљне функције (квадратно растојање и унакрсна ентропија).<br>Оптимизација за обуку дубоких модела: одређивање параметара мреже, алгоритам пропагације уназад, алгоритам градијентног опадања (batch, стохастички, mini-batch), моментум, Несторов убрзани градијент, Адаград, Ададелта, RMSProp, Ада, АдаМакс, Адам, Надам, AMSGrad.<br>Регуларизација за дубоко учење: L1, L2 регуларизација, dropout и разлике између њих.<br>Конволуционе неуронске мреже: конволуција и померање по улазним подацима, додавање нула, агрегација информација и рад с више канала. Упознавање са архитектуром које се користе у пракси (AlexNet, VGG (Visual Geometry Group), NiN (Network in Network), GoogLeNet, ResNet, DenseNet).<br>Моделовање временских секвенци: рекурентне мреже и статистички приступ преко Марковљевих модела. Обука с повратком у времену и начини ефикасног пресликавања секвенце у секвенцу (похлепна претрага, исцрпна претрага, beam search).<br>Поређење архитектура савремених рекурентних неуронских мрежа: Gated Recurrent Units (GRU), Long Short Term Memory (LSTM) и Bidirectional Recurrent Neural Networks (BRNN).<br>Механизми пажње у дубоком учењу односно математичком моделовању.<br>Неуронске мреже на графу: подаци организовани у граф, репрезентација чворова, класификација чворова, предикције над графом или деловима графа, учење нових веза и сл.<br>Аутоенкодери: процена могућности репрезентације модела у зависности од величине неуронске мреже, као и могућности учења ретке репрезентације улазних података или уклањања шума.<br>Дубоки генеративни модели: модели за учење расподеле вишедимензионалних улазних података, (варијациони и генеративни аутоенкодери VAE, GAN).<br>Методе за интерпретацију одлука (explainable AI) као што су: интерпретабилни локални сурогати, анализа оклузија, интегрирани градијенти и пропагације релевантности по слојевима мреже.<br>Практични методолошки савети с примерима примене: савети за имплементацију модела и предностима појединих архитектура неуронских мрежа.<br>За сваку наставну јединицу ће се утврдити предзнање и прилагодити ниво и обим предавања.<br>Практична настава<br>Циљ рачунарских вежби је да оспособе студената за самосталну имплементацију научених метода. Биће демонстрирани сви релевантни практични аспекти дубоког учења – иницијализација, регуларизација, нормализација, подешавање хиперпараметара, оптимизациони поступци, евалуација. Пројектни задатак има за циљ да охрабре студенте да самостално реализују научене методе и тако уче потенцијалне пропусте у свом знању решавањем изабраног реалног проблема. Пројекти могу да се реализују и кроз сарадњу с привредним субјектима, у смислу могућности избора теме, тј. конкретног проблема који ће бити решаван. |  |                                                                       |                      |                     |               |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                       |                      |                     |               |
| Предавања, рачунарске вежбе у одговарајућем софтверу (Python, PyTorch/TensorFlow/Keras) у циљу имплементације усвојених теоријских основа, домаћи задаци као једноставнији проблеми за самостално решавање уз имплементацију, консултације са предавачима, активно учење кроз пројекат, истраживање и анализу новијих научних публикација. Гостујућа предавања стручњака из привреде.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                       |                      |                     |               |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

Оцене знања (максимални број поена 100)

| Предиспитне обавезе | Обавезна | Поена | Завршни испит                                     | Обавезна | Поена |
|---------------------|----------|-------|---------------------------------------------------|----------|-------|
| Предметни пројекат  | Да       | 40.00 | Писмени део испита - комбиновани задаци и теорија | Да       | 30.00 |
| Презентација        | Да       | 10.00 |                                                   |          |       |
| Семинарски рад      | Да       | 20.00 |                                                   |          |       |

Литература

| Р.бр. | Аутор-и                                          | Наслов                                                                                                   | Издавач                                       | Година |
|-------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------|
| 1     | Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A.      | Deep Learning                                                                                            | Cambridge: MIT Press                          | 2017   |
| 2     | Zhang, A., Lipton, Z. C., Li, M., & Smola, A. J. | Dive into Deep Learning                                                                                  | <a href="https://d2l.ai/">https://d2l.ai/</a> | 2020   |
| 3     | Murphy, K.                                       | Machine Learning: A Probabilistic Perspective                                                            | MIT Press                                     | 2012   |
| 4     | Bishop, C., & Bishop, H.                         | Deep Learning                                                                                            | Springer                                      | 2024   |
| 5     | Јаковљевић, Н. & Симић, Н.                       | Презентације са предавања и on-line вежбе преко web портала Катедре за телекомуникације и обраду сигнала | Интерни материјал                             | 2024   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                          |                                                                                            |                      |                                                                                                                               |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                          | Инжењерство инфраструктуре система машинског учења                                         |                      |                                                                                                                               |                |
| Ознака предмета: 25.EAI003                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                          |                                                                                            |                      |                                                                                                                               |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                          |                                                                                            |                      |                                                                                                                               |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                          | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Обавезан предмет                      |                      |                                                                                                                               |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                          | Примењене рачунарске науке и информатика                                                   |                      |                                                                                                                               |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          | Марковић М. Марко, Ванредни професор                                                       |                      |                                                                                                                               |                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                          | Сливка Ј. Јелена, Редовни професор                                                         |                      |                                                                                                                               |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                          |                                                                                            |                      |                                                                                                                               |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                          | Аудиторне вежбе                                                                            | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                                                                                                           | Остали часови  |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                          | 0.00                                                                                       | 2.00                 | 0.00                                                                                                                          | 0.00           |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                          | Нема                                                                                       |                      |                                                                                                                               |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                          |                                                                                            |                      |                                                                                                                               |                |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                          |                                                                                            |                      |                                                                                                                               |                |
| Овладавање савременим технологијама, алатима и најбољим праксама за развој, испоруку и одржавање система машинском учења у продукционом окружењу (MLOps). Предмет премошћује јаз између развоја модела и оперативног рада, фокусирајући се на аутоматизацију токова обраде, верзионисање података и модела, контејнеризацију и континуирани мониторинг.                                                                                                                                                                                                                      |                                          |                                                                                            |                      |                                                                                                                               |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                          |                                                                                            |                      |                                                                                                                               |                |
| Након успешно савладаног предмета, студент ће бити у стању да:<br>Дизајнира и имплементира аутоматизоване токове обраде машинског учења користећи алате за оркестрацију.<br>Примени принципе верзионисања кода, података и модела.<br>Користи алате за праћење експеримената и регистре модела.<br>Контејнеризује моделе машинског учења и припреми их за примену путем API-ја.<br>Имплементира системе за мониторинг перформанси модела и детекцију померања дистрибуције података.<br>Разуме CI/CD праксе специфичне за машинско учење.                                    |                                          |                                                                                            |                      |                                                                                                                               |                |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                          |                                                                                            |                      |                                                                                                                               |                |
| 1. Увод у MLOps и DataOps<br>Животни циклус пројекта машинског учења. Технички дуг у системима машинског учења. Верзионисање података. Складишта обележја и управљање квалитетом података.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                          |                                                                                            |                      |                                                                                                                               |                |
| 2. Управљање експериментима<br>Праћење експеримената. Хиперпараметарска оптимизација. Регистри модела. Управљање метаподацима и поновљивост тренинга.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                          |                                                                                            |                      |                                                                                                                               |                |
| 3. Оркестрација<br>Аутоматизација тока података и тренинга. Алати за оркестрацију за машинско учење. Тестирање система машинског учења.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                          |                                                                                            |                      |                                                                                                                               |                |
| 4. Испорука, инфраструктура и мониторинг<br>Контејнеризација. Обрасци сервирања модела. Инфраструктура. Мониторинг модела у продукцији.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                          |                                                                                            |                      |                                                                                                                               |                |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          |                                                                                            |                      |                                                                                                                               |                |
| Настава се реализује кроз предавања, рачунарске вежбе и самостални рад студената. На предавањима се обрађују кључни концепти и теоријске основе, док се на вежбама ти концепти практично имплементирају. Предметни пројекат обухвата избор реалног проблема, његову формулацију, и имплементацију решења кроз интеграцију одабраних МЛОпс компоненти. Теоријски део испита се полаже писањем техничке студије случаја која садржи анализу стања у области, преглед најбољих пракси за коришћене компоненте, као и образложење њихове примене у оквиру реализованог пројекта. |                                          |                                                                                            |                      |                                                                                                                               |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                          |                                                                                            |                      |                                                                                                                               |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                          | Обавезна                                                                                   | Поена                | Завршни испит                                                                                                                 | Обавезна Поена |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          | Да                                                                                         | 70.00                | Теоријски део испита                                                                                                          | Да 30.00       |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                          |                                                                                            |                      |                                                                                                                               |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Аутор-и                                  | Наслов                                                                                     |                      | Издавач                                                                                                                       | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Николић, М., & Зечевић, А.               | Машинско учење                                                                             |                      | Сопствено издање, доступно на <a href="https://ml.matf.bg.ac.rs/readings/ml.pdf">https://ml.matf.bg.ac.rs/readings/ml.pdf</a> | 2019           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Lakshmanan, V., Robinson, S., & Munn, M. | Machine Learning Design Patterns                                                           |                      | O'Reilly Media.                                                                                                               | 2020           |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Huyen, C.                                | Designing Machine Learning Systems: An Iterative Process for Production-Ready Applications |                      | O'Reilly Media                                                                                                                | 2022           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |             |                              |                               |        |
|------------|-------------|------------------------------|-------------------------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и     | Наслов                       | Издавач                       | Година |
| 4          | Агарвал, Г. | Модерне ДевОпс праксе        | Београд: Компјутер библиотека | 2024   |
| 5          | Burkov, A.  | Machine Learning Engineering | True Positive Inc.            | 2020   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                               |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                                                                                                               |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                               | Рачунарска анализа текста                                                                                                                                                                                       |                      |                                                                                                                               |               |
| Ознака предмета: 25.E2524                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                               |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                                                                                                               |               |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                               |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                                                                                                               |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                               | E20 - Рачунарство и аутоматика (MAC), Изборни предмет<br>EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет<br>SE0 - Софтверско инжењерство и информационе технологије (MAC), Изборни предмет |                      |                                                                                                                               |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                               | Примењене рачунарске науке и информатика                                                                                                                                                                        |                      |                                                                                                                               |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                               | Марковић М. Марко, Ванредни професор                                                                                                                                                                            |                      |                                                                                                                               |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                               |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                                                                                                               |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                               | Аудиторне вежбе                                                                                                                                                                                                 | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                                                                                                           | Остали часови |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                               | 0.00                                                                                                                                                                                                            | 3.00                 | 0.00                                                                                                                          | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               | Нема                                                                                                                                                                                                            |                      |                                                                                                                               |               |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                                                                                                               |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                                                                                                               |               |
| Упознавање студентата са концептима и техникама рачунарске анализе текста (Text Mining, TM) и екстракције информација (Information Extraction, IE). Оспособљавање студената за примену техника, метода и алата из области рачунарске анализе текста и екстракције информација.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                               |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                                                                                                               |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                               |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                                                                                                               |               |
| Познавање концепата, техника и алата за анализу и истраживање текста. Студент је обучен да врши обраду и пред-процесирање неструктурираних текстуалних података; примењује основне технике обраде природних језика; креира моделе за класификацију текста и екстракцију информација; пројектује и одржава text mining системе.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                               |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                                                                                                               |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                               |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                                                                                                               |               |
| Основни концепти и преглед области рачунарске анализе текста и екстракције информација. Пред-процесирање текста. Лексичка, синтаксна и семантичка анализа. Употреба метода машинског учења у анализи текста: класификација и кластеровање текстуланих докумената. Пробабилистички модели за екстракцију информација: модели максималне ентропије (Maximum Entropy Models, ME), скривени модели Маркова (Hidden Markov Models, HMM), условна случајна поља (Conditional Random Fields, CRF). Методе екстракције информација засновне на правилима (rule-based information extraction). Аутоматска екстракција термина. Аутоматска екстракција и семантичка анотација именованих ентиета из текста. Аутоматска сажимање текста. Системи за аутоматско одговарање на питања. Визуализација текстуалних података. Екстракција информација из пословних извештаја. Аутоматско препознавање ставова и емоција из текста (opinion and sentiment mining). Екстракција информација у биологији и медицини. |                               |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                                                                                                               |               |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                               |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                                                                                                               |               |
| Облици извођења наставе су: предавања, рачунарске вежбе, израда домаћих задатака, и консултације. На предавањима се, коришћењем потребних дидактичких средстава, излажу садржаји предмета и стимулише се активно учешће студената постављањем питања. Практични део градива студенти савладавају на рачунарским вежбама кроз задатке које решавају уз помоћ асистента или самостално и кроз самосталну израду домаћих задатака                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                               |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                                                                                                               |               |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                                                                                                               |               |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               | Обавезна                                                                                                                                                                                                        | Поена                | Завршни испит                                                                                                                 |               |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                               | Да                                                                                                                                                                                                              | 70.00                | Презентација и завршна одбрана пројекта                                                                                       |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                               |                                                                                                                                                                                                                 |                      | Да                                                                                                                            | 30.00         |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                               |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                                                                                                                               |               |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Аутор-и                       | Наслов                                                                                                                                                                                                          |                      | Издавач                                                                                                                       | Година        |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Jurafsky, D., & Martin, J. H. | Speech and Language Processing                                                                                                                                                                                  |                      | Pearson                                                                                                                       | 2025          |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Николић, М., & Зечевић, А.    | Машинско учење                                                                                                                                                                                                  |                      | Сопствено издање, доступно на <a href="https://ml.matf.bg.ac.rs/readings/ml.pdf">https://ml.matf.bg.ac.rs/readings/ml.pdf</a> | 2019          |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                      |                      |                     |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | Развој хардвера за системе дубоког учења са награђивањем             |                      |                     |               |
| Ознака предмета: 25.EAI026                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                      |                      |                     |               |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                      |                      |                     |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | ЕАИ - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет |                      |                     |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | Електроника                                                          |                      |                     |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Теодоровић Ђ. Предраг, Ванредни професор                             |                      |                     |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Даутовић Б. Станиша, Ванредни професор                               |                      |                     |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Струхарик Ј. Растислав, Редовни професор                             |                      |                     |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                      |                      |                     |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | Аудиторне вежбе                                                      | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | 0.00                                                                 | 3.00                 | 0.00                | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | Нема                                                                 |                      |                     |               |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                      |                      |                     |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                      |                      |                     |               |
| Циљ предмета је да студенте упозна са основама примене, као и пројектовања и имплементације система за учење путем награђивања (Reinforcement Learning). Ови системи представљају моћну парадигму аутономних система који самостално уче како да доносе добре одлуке у различитим задацима, укључујући роботiku, играње игара, моделовање потрошача, здравствену заштиту, маркетинг. Студенти ће се упознати са основним концептима области учења кроз награђивање, научити да користе већ постојећа софтверска решења и библиотеке за тренирање система, али и осмисле и дизајнирају сопствено "окружење" са сопственим системом награђивања и алгоритмом тренирања путем награђивања. Такође, студенти ће бити упознати са коришћењем дубоког учења са награђивањем (Deep Reinforcement Learning), обећавајућег, новог, приступа који комбинује технике дубоког учења (Deep Learning) са концептом учења кроз награђивање. |  |                                                                      |                      |                     |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                      |                      |                     |               |
| Након завршетка овог курса студенти ће бити способни да:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                      |                      |                     |               |
| - Дефинишу основне карактеристике учења кроз награђивање, које га разликују од осталих концепата у области вештачке интелигенције и машинског учења без интеракције                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                      |                      |                     |               |
| - За дату апликацију препознају да ли се она може формулисати као проблем који се решава уз учење са награђивањем, дефинишу проблем формално, у терминима простора стања, простора акција, динамике и модела награђивања и одаберу најприкладнији алгоритам за решавање.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                      |                      |                     |               |
| - Имплементирају и тестирају типичне алгоритме за рад са системима за учење са награђивањем користећи већ доступна софтверска "окружења"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                      |                      |                     |               |
| - Пројектују сопствено "окружење" које ће бити коришћено као платформа за имплементацију и тестирање                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                      |                      |                     |               |
| - Користе стандардне софтверске алате за дизајнирање и тренирање дубоких мрежа за учење са награђивањем                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                      |                      |                     |               |
| - Имплементирају у хардверу дубоке мреже за учење са награђивањем и интегришу свој дизајн са датим улазно/излазним периферијама                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                      |                      |                     |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                      |                      |                     |               |
| Теоријска настава                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                      |                      |                     |               |
| - Увод, упознавање са фундаменталним концептима теорије учења са награђивањем: линеарна алгебра, теорија вероватноће, коначни Марковљеви процеси са одлучивањем (енг. Finite Markov Decision Processes – MDP)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                      |                      |                     |               |
| - Табеларно планирање Марковљевог процеса са одлучивањем: агент-окружење интерфејс, циљ и награда, вредносна функција (енг. Value Function), Q функција (енг. Q function), полиса, оптимална полиса, оптимална вредносна функција, оптимална Q функција                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                      |                      |                     |               |
| - Решавање оптималне полисе коришћењем динамичког програмирања: евалуација полисе (енг. Policy evaluation), побољшање полисе (енг. Policy improvement), итерација полисе (енг. Policy iteration), итерација вредности (енг. Value iteration)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                      |                      |                     |               |
| - Монте-Карло методе за естимирање вредносних функција и проналажење оптималних полиса, Монте-Карло предикција, Монте-Карло естимација вредности стање-акција парова, Монте-Карло апроксимација оптималне полисе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                      |                      |                     |               |
| - Апроксимативне методе за велике просторе стања: апроксимација функције полисе, апроксимација функције контроле (Q функције), метод градијента полисе (енг. Policy gradient method), дубоке Q мреже (DQN)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                      |                      |                     |               |
| - Хардверска имплементација мрежа за дубоко учење са награђивањем                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                      |                      |                     |               |
| - Примене система за учење са награђивањем: везе ових система са психологијом и неурологијом, примена у играма (примери игара, изазови), преглед примене у роботик                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                      |                      |                     |               |
| Практична настава                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                      |                      |                     |               |
| - Увод у рад са програмским језиком Python, инсталација Python виртуалног окружења као и свих потребних пакета, инсталација Gym OpenAI библиотеке. Имплементација једноставног модела за учење са награђивањем коришћењем табеларног планирања Марковљевог процеса са одлучивањем                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                      |                      |                     |               |
| - Имплементација модела система за учење са награђивањем, коришћењем постојећег Python Gym OpenAI окружења (стања, акције, транзиције, награде): mountain car, pendulum, car racing, ATARI games                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                      |                      |                     |               |
| - Дизајн и имплементација система за учење са награђивањем базираног на прилагођеном, сопственом Python Gym окружењу                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                      |                      |                     |               |
| - Коришћење Python-а и Google Tensorflow-а као стандардних софтверских алата за имплементацију комплексног система за учење са награђивањем базираног на дубокој Q мрежи (DQN)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                      |                      |                     |               |
| - Хардверска имплементација DQN-а, интеграција система са сензором (нпр. камера), хардверским акцелератором DQN-а и излазном периферијом (нпр. мотор)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                      |                      |                     |               |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                      |                      |                     |               |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

Предавања се изводе уз PowerPoint презентације. Праћена су рачунарским и лабораторијским вежбама у Лабораторији за дискретне системе и алгоритме на ФТН. Компаније које се баве применама система за учење са награђивањем, или су заинтересоване за истраживања у тој области, примаће студенте на праксу и омогућиће израду самосталних студентских пројеката. Предиспитне обавезе чиниће успешно завршен и одбрањен самостални студентски пројекат, као и поени освојени на задацима и оцењивани на лабораторијским вежбама. Услов за излазак на испитје 25 од 50 бодова. Кроз колоквијум на половини семестра и у првом испитном року након завршетка слушања предмета може се положити први и други део теоријског испита. Теоријски део испита моћи ће се, такође, полагати у редовним испитним роковима.

Оцене знања (максимални број поена 100)

| Предиспитне обавезе            | Обавезна | Поена | Завршни испит                                     | Обавезна | Поена |
|--------------------------------|----------|-------|---------------------------------------------------|----------|-------|
| Одбрањене лабораторијске вежбе | Да       | 15.00 | Писмени део испита - комбиновани задаци и теорија | Да       | 50.00 |
| Предметни пројекат             | Да       | 30.00 |                                                   |          |       |
| Презентација                   | Да       | 5.00  | Колоквијум                                        | Не       | 25.00 |
|                                |          |       | Колоквијум                                        | Не       | 25.00 |

Литература

| Р.бр. | Аутор-и                       | Наслов                                           | Издавач   | Година |
|-------|-------------------------------|--------------------------------------------------|-----------|--------|
| 1     | Sutton, R. S., & Barto, A. G. | Reinforcement learning: An Introduction, 2nd Ed. | MIT Press | 2018   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|---------------|--------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                               | Напредне технике учења поткрепљивањем                                |                      |                         |               |        |
| Ознака предмета: 25.EAI027                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                               | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет |                      |                         |               |        |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                               | Аутоматика и управљање системима                                     |                      |                         |               |        |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                               | Рапаић Р. Милан, Редовни професор                                    |                      |                         |               |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                               | Јеличић Д. Зоран, Редовни професор                                   |                      |                         |               |        |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                               | Аудиторне вежбе                                                      | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР     | Остали часови |        |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                               | 0.00                                                                 | 3.00                 | 0.00                    | 0.00          |        |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               | Нема                                                                 |                      |                         |               |        |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| Оспособљавање студената за теоријско разумевање и практично решавање проблема интелигентног одлучивања, те алгоритамску имплементацију прилагодљивих и самообучавајућих система за аутоматско одлучивање и подршку одлучивању са посебним нагласком на системе који се заснивају на учењу са подстицајем (Reinforcement Learning). Оспособљавање студената за праћење савремене литературе из ове области, те даљи, самосталан стручни и научно-истраживачки рад. |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| Студенти су стекли знања из области адаптивних и самообучавајућих система и алгоритама, посебно алгоритама учења са подстицајем и дубоког учења са подстицајем (Deep Reinforcement Learning). Студенти су научили да одаберу одговарајући алгоритам, да изаберу одговарајуће вредности параметара, те да имплементирају одговарајуће решење у програмском језику Python, уз ослонац на библиотеку PyTorch.                                                        |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| 1) Упознавање са проблемима аутоматског одлучивања и основним структурама система за аутоматско одлучивање и подршку у одлучивању.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| 2) Проблеми учења са подстицајем (Reinforcement Learning): илустрација примера, области и могућности примене. Начин накоји се учење са подстицајем односи према другим техникама машинског учења (надгледаном и ненадгледаном учењу)                                                                                                                                                                                                                              |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| 3) Коначни процеси одлучивања: детерминистички и стохастички (Марковљеви) процеси одлучивања.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| 4) Основни методи егзактног решавања коначних проблема одлучивања: Белманова једначина и основни принципи динамичког програмирања. Шири значај и примена метода динамичког програмирања.                                                                                                                                                                                                                                                                          |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| 5) Веза са проблемима оптималног управљања. Основни појмови о бесконачним и временски континуалним проблемима одлучивања и управљања.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| 6) Ограничења егзактних метода и потреба за увођењем апроксимативних техника. Увод у хеуристичке методе. Монте-Карло методе решавања проблема учења са подстицајем. Студије случаја.                                                                                                                                                                                                                                                                              |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| 7) Основни принципи идентификације параметара (временски дискретних) динамичких система.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| 8) Основни принципи конструкције рекурзивних естиматора стања, параметара и поремећаја (односно непознатих улаза). Рекурзивни естиматори. Калманови филтри.                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| 9) Учење на основу разлика у времену (Temporal Difference Learning)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| 10) Примена метода дубоког учења у проблемима учења са подстицајем (Deep Reinforcement Learning). Дубоко Q-учење. Методе критике (actor critic methods).                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| 11) Студије случаја                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| Облици одржавања наставе су предавања, рачунарске вежбе и консултације. Током рачунарских вежби, студенти ће - кроз практичне примере - утврдити градиво изложено током предавања. Ова знања ће се даље продубити кроз домаће задатке, које ће студенти израђивати самостално или у групама. На крају, сваки студент ће бити обавезан да положи индивидуалан предметни пројекат.                                                                                  |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                               | Обавезна                                                             | Поена                | Завршни испит           | Обавезна      | Поена  |
| Домаћи задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                               | Да                                                                   | 5.00                 | Завршни испит - 1 део   | Да            | 30.00  |
| Домаћи задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                               | Да                                                                   | 5.00                 | Завршни испит - 2 део   | Да            | 20.00  |
| Домаћи задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                               | Да                                                                   | 5.00                 |                         |               |        |
| Домаћи задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                               | Да                                                                   | 5.00                 |                         |               |        |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                               | Да                                                                   | 30.00                |                         |               |        |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                               |                                                                      |                      |                         |               |        |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Аутор-и                       | Наслов                                                               |                      | Издавач                 |               | Година |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Sutton, R. S., & Barto, A. G. | Reinforcement Learning – An Introduction                             |                      | MIT Press               |               | 2017   |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Zai, A., & Brown, B.          | Deep Reinforcement Learning in Action                                |                      | Manning: Shelter Island |               | 2020   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |                                    |                                                                  |                                       |        |
|------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и                            | Наслов                                                           | Издавач                               | Година |
| 3          | Рапайћ, М. Р., &<br>Јеличић, З. Д. | Пројектовање линеарних регултора и<br>естиматор у простору стања | Нови Сад: Факултет<br>техничких наука | 2014   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                            |                                                                               |                      |                      |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                            | Системи пословне интелигенције                                                |                      |                      |                |
| Ознака предмета: 25.EAI028                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                            |                                                                               |                      |                      |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                            |                                                                               |                      |                      |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                            | ЕАИ - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет          |                      |                      |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                            | Информационо-комуникациони системи                                            |                      |                      |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                            | Мирковић Р. Милан, Редовни професор<br>Ћулибрк Р. Дубравко, Редовни професор  |                      |                      |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                            |                                                                               |                      |                      |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            | Аудиторне вежбе                                                               | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР  | Остали часови  |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                            | 0.00                                                                          | 3.00                 | 0.00                 | 0.00           |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                            | Нема                                                                          |                      |                      |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                            |                                                                               |                      |                      |                |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                            |                                                                               |                      |                      |                |
| Циљ предмета је упознавање студената са савременим системима пословне интелигенције, који подразумевају обраду велике количине података и примену машинског учења и вештачке интелигенције за откривање знања у пословним подацима. Студенти ће разумети основне концепте у области пословне интелигенције и овладати применом алата за развој ових система.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                            |                                                                               |                      |                      |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                            |                                                                               |                      |                      |                |
| Студенти ће по завршетку курса имати знања и вештине које ће им омогућити да примене технике машинског учења, вештачке интелигенције као и визуализације података за решавање савремених пословних проблема. Поред тога стећи ће практичне вештине развоја програмских решења коришћењем Jupyter Labs окружења за експлоративну анализу података и развој модела заснованих на машинском учењу (као и тренирање неуронских мрежа) односно окружења за самоуслужну пословну интелигенцију Microsoft Power BI . Такође, студенти ће у оквиру предмета бити обучени за практичну имплементацију система за препоруку производа и услуга на бази класичног машинског учења и дубоког учења кроз практичну и теоријску обуку засновану на курсу NVIDIA Института за дубоко учење (Deep Learning Institute (DLI) ) Развој интелигентних система за поручивање и добити прилику да из те области добију NVIDIA DLI сертификат.                                                                                                                                                                                                                                                                            |                            |                                                                               |                      |                      |                |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |                                                                               |                      |                      |                |
| Предмет ће покрити следеће области: основни концепти система пословне интелигенције, извори и врсте података у системима пословне интелигенције (базе и складишта података, структурирани, слабо структурирани и неструктурирани подаци), ЕТЛ ( Extract, Transform, Load) процес, истраживачка (експлораторна) анализа података, основне методе надгледаног и ненадгледаног учења у оваквим системима (кластеринг, откривање правила асоцијације, класификација и регресија), методе визуализације података и дефинисање и калкулација мера и кључних индикатора перформанси, као и развој интелигентних система за препоруку производа и услуга заснованих на класичном машинском учењу и дубоком учењу. Теоријску наставу ће пратити практична обука из имплементације програмских решења (модела машинског учења односно неуронских мрежа) у окружењу Jupyter Labs, развоја система за препоруку применом метода дубоког учења у окружењу TensorFlow и њихову примену за развој сервиса у облаку засновану на NVIDIA Triton систему, као и из визуализације података односно развоја контролних табли ( Dashboards ) употребом алата за самоуслужну пословну интелигенцију Microsoft Power BI . |                            |                                                                               |                      |                      |                |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                            |                                                                               |                      |                      |                |
| Предавања и лабораторијске вежбе, тестови и индивидуални задатак (пројекат). У оквиру лабораторијских вежби ће студенти бити оспособљени за имплементацију програмских решења у програмском окружењима Jupyter Labs, TensorFlow и NVIDIA Triton систему, односно за визуализацију података и развој контролних табли ( Dashboards ) у алату за самоуслужну пословну интелигенцију Microsoft Power BI . Усвајање теоретских знања са предавања ће се проверавати тестовима и на усменом испиту, а индивидуални задатак ће укључивати практичну имплементацију система пословне интелигенције одговарајуће сложености. Предиспитне обавезе чиниће успешно завршен и одбрањен самостални студентски пројекат - услов за излазак на испит је 25 од 50 бодова.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            |                                                                               |                      |                      |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                            |                                                                               |                      |                      |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                            | Обавезна                                                                      | Поена                | Завршни испит        | Обавезна Поена |
| Пројектни задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                            | Да                                                                            | 40.00                | Сложени облици вежби | Да 20.00       |
| Тест                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                            | Да                                                                            | 10.00                | Усмени део испита    | Да 30.00       |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                            |                                                                               |                      |                      |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Аутор-и                    | Наслов                                                                        |                      | Издавач              | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Provost, F., & Fawcett, T. | Data Science for Business                                                     |                      | O’Reilly Media       | 2013           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Ћулибрк, Д.                | Откривање знања из података: одабрана поглавља                                |                      | CreateSpace          | 2012           |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Nussbaumer Knaflic, C.     | Storytelling With Data: A Data Visualization Guide for Business Professionals |                      | Wiley                | 2015           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |                                                                                     |                      |                      |               |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------|-------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |         | Напредна роботика                                                                   |                      |                      |               |       |
| Ознака предмета: 25.EAI029                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |                                                                                     |                      |                      |               |       |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |                                                                                     |                      |                      |               |       |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет                |                      |                      |               |       |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         | Машинско инжењерство<br>Мехатроника, роботика, аутоматизација и интегрисани системи |                      |                      |               |       |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         | Савић Ж. Срђан, Ванредни професор<br>Николић Н. Милутин, Ванредни професор          |                      |                      |               |       |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |                                                                                     |                      |                      |               |       |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         | Аудиторне вежбе                                                                     | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР  | Остали часови |       |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         | 0.00                                                                                | 3.00                 | 0.00                 | 0.00          |       |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         | Нема                                                                                |                      |                      |               |       |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                                                                                     |                      |                      |               |       |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |                                                                                     |                      |                      |               |       |
| Циљ предмета је оспособљавање студената за теоријско разумевање најважнијих концепата везаних за класу редундантних роботских манипулатора и практично решавање проблема који укључују моделовање кинематике и динамике оваквих система, анализу стабилности равнотежних положаја и синтезу различитих типова контролера за управљање кретањем и физичком интеракцијом робота са околином. У предмету се генерализују основни концепти, везани за класу индустријских манипулатора, и уводе се нови концепти неопходни за анализу комплексних роботских система као што су хуманоидни и колаборативни роботи. Додатни циљ је оспособљавање студената за праћење савремене литературе из области роботике и увођење у самосталани научно-истраживачки рад.                                                 |         |                                                                                     |                      |                      |               |       |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |                                                                                     |                      |                      |               |       |
| Жељени исход предмета јесте оспособљавање студената за теоријску анализу и практично решавање проблема који укључују моделовање кинематике и динамике редундантних роботских система система, анализу стабилности равнотежних положаја и синтезу различитих типова нелинеарних контролера за управљање кретањем и физичком интеракцијом робота са околином. Студенти ће се оспособити за примену савремених софтверских алата и симулационих окружења, који ће им омогућити имплементацију научених алгоритама. Ово подразумева коришћење модерних библиотека за кинематику и динамику робота (попут Python библиотеке Pinocchio) и програмских окружења за симулацију физике (попут симулатора MuJoCo). Такође, студенти ће се оспособити за праћење научно-истраживачке литературе из области роботике. |         |                                                                                     |                      |                      |               |       |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |                                                                                     |                      |                      |               |       |
| 1) Кинематика редундантних манипулатора – Аналитички Јакобијан; Кинематски и репрезентациони сингуларитети; Појам редундансе; Елипсоид манипулабилности и силе; Опсег и нул-простор Јакобијана; Кинето-статичка дуалност; Инверзна кинематика редундантних манипулатора; Псеудо-инверзни Јакобијан; Регулација у присуству сингуларитета; Приоритизација задатака у нул-просотру Јакобијана; Алгоритамско решавање инверзне кинематике.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                                                                                     |                      |                      |               |       |
| 2) Динамика редундатних манипулатора – Једначина динамике у операционом простору; Инверзна динамика редундантних манипулатора; Динамички-конзистентан псеудо-инверзни Јакобијан; Решење редундансе на кинематском и динамичком нивоу.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |                                                                                     |                      |                      |               |       |
| 3) Појам стабилности код нелинеарних система – Равнотежна тачка; Аутономни и неаутономни процеси; Стабилност у смислу Љапунова; Асимптотска и експоненцијална стабилност; Први метод Љапунова; Директни метод Љапунова; Метод Красовског; Ла Салеов принцип, Барбалатова лема.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |                                                                                     |                      |                      |               |       |
| 4) Управљање кретањем робота – Децентрализовано управљање; Управљање засновано на моделу; Синтеза контролера Директним методом Љапунова; ПД регулатор са гравитационом компензацијом; Номинално управљање; Линеаризација у повратној спрези, Computed-torque control, Inverse-dynamics control, Управљање клизним површима (енгл. Sliding mode); Управљање у операционом простору засновано на транспонованом и инверзном Јакобијану.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |                                                                                     |                      |                      |               |       |
| 5) Управљање физичком интеракцијом – Директно и индиректно управљање контактном силом; Импедансно управљање у простору зглобова и операционом простору; Управљање силом; Природна и вештачка ограничења; Хибридно управљање силом/позицијом; Паралелно управљање силом/позицијом, Паралелно управљање силом/брзином.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |                                                                                     |                      |                      |               |       |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |                                                                                     |                      |                      |               |       |
| Настава се одвија кроз предавања и вежбе. Током вежбе студенти су обавезни да ураде практични пројекат. Током вежби и пројекта студенти у симулационом окружњу пролазе кроз различите примере рада са редудантним манипулаторима и проблемима из домена физичке интеракције човека и робота који објашњавају употребу алгоритама и из домена вештачке интелигенције и машинског учења за решавање практичних задатака.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |                                                                                     |                      |                      |               |       |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                                                                                     |                      |                      |               |       |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         | Обавезна                                                                            | Поена                | Завршни испит        | Обавезна      | Поена |
| Пројектни задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         | Да                                                                                  | 50.00                | Теоријски део испита | Да            | 50.00 |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |                                                                                     |                      |                      |               |       |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Аутор-и | Наслов                                                                              |                      | Издавач              | Година        |       |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |                                                         |                                                   |                                   |        |
|------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и                                                 | Наслов                                            | Издавач                           | Година |
| 1          | Lynch, K. M., & Park, F. C.                             | Modern Robotics: Mechanics, Planning, and Control | Cambridge University Press        | 2024   |
| 2          | Slotine, J. J., & Weiping, L.                           | Applied Nonlinear Control                         | Prentice-Hall                     | 1991   |
| 3          | Spong, M. W., Hutchinson, S., & Vidyasagar, M.          | Robot Modeling and Control                        | John Wiley & Sons, Inc.           | 2020   |
| 4          | Nakamura, Y.                                            | Advanced Robotics: Redundancy and Optimization    | Addison-Wesley Publishing Company | 1991   |
| 5          | Siciliano, B., Sciavicco, L., Villani, L., & Oriolo, G. | Robotics - Modelling, Planning and Control        | London: Springer                  | 2009   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Напредне технике рачунарске интелигенције                                                                                                                                                                       |                      |                     |               |
| Ознака предмета: 25.SEM019                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | E20 - Рачунарство и аутоматика (MAC), Изборни предмет<br>EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет<br>SE0 - Софтверско инжењерство и информационе технологије (MAC), Изборни предмет |                      |                     |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Примењене рачунарске науке и информатика                                                                                                                                                                        |                      |                     |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Сливка Ј. Јелена, Редовни професор                                                                                                                                                                              |                      |                     |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Аудиторне вежбе                                                                                                                                                                                                 | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | 0.00                                                                                                                                                                                                            | 3.00                 | 0.00                | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | Нема                                                                                                                                                                                                            |                      |                     |               |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
| Циљ предмета је да студентима омогући дубље разумевање напредних приступа машинском учењу и развије њихове способности за аналитичко сагледавање, критичко поређење и промишљен избор и примену савремених метода у решавању комплексних проблема у реалним и истраживачким окружењима.                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
| Након успешно завршеног курса студент је у стању да:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
| 1. Формулише комплексан проблем као задатак напредног машинског учења и процени које класе метода су адекватне у односу на доступне податке и циљеве задатка.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
| 2. Упореди и процени моделе и алгоритме у односу на својства података, доступне анотације и карактеристике задатка и изабере најпримереније решење у оквиру одговарајуће класе метода.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
| 3. Примени одговарајуће методе напредног машинског учења на реалне или реалистично симулиране податке и објасни добијене моделе и понашање алгоритама у односу на задатак.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
| 4. Дизајнира валидан експериментални поступак за поређење модела, изабере одговарајуће метрике и критеријуме успеха и интерпретира резултате евалуације на поуздан и аргументован начин.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
| 5. Објасни основне идеје савремених праваца у машинском учењу и препозна ситуације у којима ови приступи могу допринети унапређењу перформанси модела.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
| Предмет обухвата напредне парадигме машинског учења које проширују могућности стандардног надгледаног учења и примењују се на комплексне задатке у реалним доменима. Тематске целине обухватају дубоко учење поткрепљивањем, системе за давање препорука, анализу графовских структура и методе полу-надгледаног и ненадгледаног учења.                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
| 1. Дубоко учење поткрепљивањем: Обрађују се основни принципи и карактеристични алгоритми дубоког учења поткрепљивањем, укључујући дубоко Q-учење, методе градијента политике и A3C/A2C приступе.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
| 2. Системи за давање препорука: Тема обухвата колаборативно филтрирање, моделе засноване на садржају, хибридне приступе и савремене моделе за давање препорука засноване на дубоком учењу.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
| 3. Анализа графовских структура: Обухвата класичне методе за класификацију и кластеровање чворова и графова, откривање заједница и идентификацију образаца у граф подацима.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
| 4. Полу-надгледано и ненадгледано учење: Проучавају се традиционалне технике полу-надгледаног учења, укључујући пропагацију анотација, само-обучавање и ко-тренинг, као и напредне методе дубоког полу-надгледаног и ненадгледаног учења које обухватају учење репрезентација, дубоко кластеровање и приступе засноване на псеудо-анотацијама и конзистентности.                                                                                                                                              |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
| 5. У завршном делу курса представљају се уводни концепти савремених праваца у машинском учењу, укључујући вишезадатно учење и мета-учење, уводе у каузално учење и одабране идеје геометријског дубоког учења.                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
| Кроз све тематске целине приказују се примери примене наведених метода у различитим доменима, са разматрањем њихових практичних предности, ограничења и критеријума за избор одговарајуће технике.                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |
| Настава се реализује кроз предавања и рачунарске вежбе које прате теоријске концепте обрађене на часу. Предавања уводе кључне теме из области напредних техника машинског учења и приказују њихове домене примене, уз анализу примера из савремене литературе и праксе. Рачунарске вежбе омогућавају студентима да примене изучене методе кроз практичне задатке који обухватају припрему и обраду података, избор одговарајућих модела и алгоритама, експериментално поређење приступа и тумачење резултата. |  |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                     |               |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

У оквиру самосталног пројекта студент бира проблем из области напредног машинског учења који се може решавати техникама обрађеним на курсу, формулише га као задатак анализе података, бира одговарајући методолошки приступ и евалуира добијено решење. Пројекат се документује и презентује на крају курса.

Оцене знања (максимални број поена 100)

| Предиспитне обавезе | Обавезна | Поена | Завршни испит                           | Обавезна | Поена |
|---------------------|----------|-------|-----------------------------------------|----------|-------|
| Предметни пројекат  | Да       | 70.00 | Презентација и завршна одбрана пројекта | Да       | 30.00 |

Литература

| Р.бр. | Аутор-и                                      | Наслов                                                                                                                                              | Издавач                                                                                                                              | Година |
|-------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1     | Lapan, M.                                    | Deep reinforcement learning hands-on: apply modern RL methods, with deep Q-networks, value iteration, policy gradients, TRPO, AlphaGo Zero and more | Birmingham: Packt Publishing                                                                                                         | 2018   |
| 2     | Leskovec, J., Rajaraman, A., & Ullman, J. D. | Mining of Massive Datasets                                                                                                                          | Cambridge University Press                                                                                                           | 2014   |
| 3     | Николић, М., & Зечевић, А.                   | Машинско учење                                                                                                                                      | Сопствено издање,<br>доступно на:<br><a href="https://ml.matf.bg.ac.rs/readings/ml.pdf">https://ml.matf.bg.ac.rs/readings/ml.pdf</a> | 2019   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                              |                                                                      |                      |                                   |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                              | Истраживање података у медицини                                      |                      |                                   |               |
| Ознака предмета: 25.EAI030                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                              |                                                                      |                      |                                   |               |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                              |                                                                      |                      |                                   |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                              | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет |                      |                                   |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                              | Примењене рачунарске науке и информатика                             |                      |                                   |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                              | Купусинац Д. Александар, Редовни професор<br>Врбашки В. Дуња, Доцент |                      |                                   |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                              |                                                                      |                      |                                   |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                              | Аудиторне вежбе                                                      | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР               | Остали часови |
| 2.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                              | 0.00                                                                 | 2.00                 | 0.00                              | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                              | Нема                                                                 |                      |                                   |               |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                              |                                                                      |                      |                                   |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                              |                                                                      |                      |                                   |               |
| Оспособити студенте за успешан интердисциплинарни приступ истраживању података у области примене вештачке интелигенције и машинског учења у медицини. Упознати студенте са различитим техникама и методама истраживања података. Омогућити студентима самостално развијање радног оквира за прецизно и исправно дефинисање, реализацију и имплементацију анализе и истраживања података у оквиру пројеката, праксе и завршних радова у области примене машинског учења и вештачке интелигенције.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                              |                                                                      |                      |                                   |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                              |                                                                      |                      |                                   |               |
| Студенти познају актуелне правце истраживања у области анализе и истраживања података у оквиру примене машинског учења и развоја софтверских решења заснованих на вештачкој интелигенцији. Разумеју аспекте, ограничења и могућности које се односе на интердисциплинарни пројекте који укључују инжењерство, рачунарске науке и медицину. Самостално планирају и имплементирају програмска решења за анализу и истраживање података заснованих на машинском учењу. Врше верификацију и демонстрацију резултата нумеричких експеримената. Испитују и дискутују резултате.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                              |                                                                      |                      |                                   |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                              |                                                                      |                      |                                   |               |
| Алати за анализу и истраживање података. Математички и теоријски оквири. Додављање и складиштење података. Разматрање ограничења која се односе на квалитет, анонимност, обим и складиштење података. Иницијална анализа података. Визуализација података. Инжењеринг и одабир карактеристика. Примена метода машинског учења. Мерење добијених резултата. Валидација. Упоредивање метода машинског учења. Критеријуми за одабир метода. Аутоматизација одабира алгоритама и одговарајућих параметара метода машинског учења. Програмска решења за визуализацијау резултата и примењених метода. Креирање синтетичких података. Анализа и репродукција постојећих решења у интердисциплинарној пракси и науци. Значај и механизми за поновљивост, интерпретацију и извештавање у области примене машинског учења и развоју решења вештачке интелигенције.                                                                                                                      |                              |                                                                      |                      |                                   |               |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                              |                                                                      |                      |                                   |               |
| Настава се одвија кроз предавања, вежбе, консултације и самосталан рад. Самосталан рад подразумева домаће задатке, израду предметног пројекта и истраживање. На предавањима се студенти упознају са темама садржаја предмета. Подстиче се дискусија и анализа демонстрираних техника и решења. Подстиче се истраживање и преглед одговарајуће литературе за тему која се обрађује. На вежбама студенти имплементирају и примењују технике и методе за анализу и истраживање над скуповима медицинских података. Добијају се и домаћи задаци који се ослањају на пређено градиво и задатке реализоване на вежбама. У току семестра се дефинише предметни пројекат који се ради самостално или у тиму. Предметни пројекат подразумева имплементацију програмског решења и квалитетну реализацију одговарајуће документације. Пројекат се брани усмено, на крају семестра, и заједно са активним учествовањем у настави и реализацијом домаћих задатака чини предиспитне обавезе. |                              |                                                                      |                      |                                   |               |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                              |                                                                      |                      |                                   |               |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                              | Обавезна                                                             | Поена                | Завршни испит                     |               |
| Домаћи задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                              | Да                                                                   | 20.00                | Усмени део испита                 |               |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                              | Да                                                                   | 50.00                |                                   |               |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                              |                                                                      |                      |                                   |               |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Аутор-и                      | Наслов                                                               |                      | Издавач                           | Година        |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Russell, S. J., & Norvig, P. | Artificial Intelligence: A Modern Approach                           |                      | London: Pearson Education         | 2016          |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | MIT Critical Data            | Secondary Analysis of Electronic Health Records                      |                      | Springer International Publishing | 2016          |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Hadley, W.                   | Р за статистичку обраду података                                     |                      | Београд: Микро књига              | 2017          |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Лубановиц, Б.                | Увод уPython: [модерно рачунарство у једноставним пакетима]          |                      | Beograd: CET: Računarski fakultet | 2015          |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |                            |                                                                  |                               |        |
|------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и                    | Наслов                                                           | Издавач                       | Година |
| 5          | Nagy, Z.                   | Основе вештачке интелигенције и машинског учења                  | Београд: Компјутер библиотека | 2019   |
| 6          | Расел, С. Џ., & Норвиг, П. | Вештачка интелигенција: савремени приступ (превод трећег издања) | Београд: RAF i CET            | 2011   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |               |                                                                                          |                      |                         |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |               | Управљање сервисима информационих технологија                                            |                      |                         |               |
| Ознака предмета: 25.EAI033                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |                                                                                          |                      |                         |               |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |               |                                                                                          |                      |                         |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |               | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет                     |                      |                         |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |               | Информационо-комуникациони системи                                                       |                      |                         |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |               | Ћулибрк Р. Дубравко, Редовни професор<br>Ковачевић В. Јелена, Ванредни професор          |                      |                         |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |               |                                                                                          |                      |                         |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |               | Аудиторне вежбе                                                                          | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР     | Остали часови |
| 2.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               | 0.00                                                                                     | 2.00                 | 0.00                    | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               | Нема                                                                                     |                      |                         |               |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |               |                                                                                          |                      |                         |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |               |                                                                                          |                      |                         |               |
| Циљ предмета је да се студент упозна системима за управљање услугама информационих технологија (ИТ) у различитим предузећима. Посебна пажња ће бити посвећена услугама заснованим на вештачкој интелигенцији. Студенти ће проблем управљања оваквим и осталим ИТ услугама сагледати из перспектива информационих технологија и услуга, на конкретним примерима из праксе, како би савладали пројектовање, реализацију и управљање ИТ услугама. Концепти ИТ услуга биће сагледани узимајући у обзир организационе аспекте и искуства из праксе.                                                                                                                                                                                                                                              |               |                                                                                          |                      |                         |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |               |                                                                                          |                      |                         |               |
| Након успешно извршених свих обавеза у оквиру предмета студенти ће разумети значај информационих технологија (ИТ) у организацији, класификацију ресурса ИТ, планирање ИТ ресурса и буџета за ресурсе ИТ, ИТ ризике, потребу за хармонизацијом регулативе у датом пословном домену, животни циклус ИТ услуга (сервисну стратегију, пројектовање сервиса, сервисну транзицију, извршавање сервиса, повлачење сервиса), моделовање ИТ сервиса итд.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |               |                                                                                          |                      |                         |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |               |                                                                                          |                      |                         |               |
| Преглед управљања ИТ сервисима. Специфични проблеми ИТ сервиса који се у великој мери ослањају на вештачку интелигенцију. Класификација ИТ инфраструктуре. Стратегија ИТ сервиса, методе и студија случаја. Животни циклус ИТ сервиса (сервисна стратегија, пројектовање сервиса, сервисна транзиција, извршавање сервиса, повлачење сервиса). Разлике између ИТ пројеката и ИТ сервиса. Технике за планирање, процену и распоређивање трошкова и ресурса на ИТ пројекте и услуге. Управљање променама, квалитетом, проблемима и ризицима ИТ сервиса. Контрола и ревизија ИТ сервиса, COBIT, CMMI, извршавање ИТ ревизије, интерна и екстерна ревизија. Изградња тимова ИТ сервиса. Методе за комуникацију унутар и ван тимова, вештине комуницирања, преговарања и презентације ИТ услуга. |               |                                                                                          |                      |                         |               |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |               |                                                                                          |                      |                         |               |
| Предавања; студијско-истраживачки рад; консултације; тимски рад. Током целокупног процеса извођења наставе, студенти се подстићу на интензивну комуникацију, критичко резонување, самостални рад и активан однос према процесу наставе.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |               |                                                                                          |                      |                         |               |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |               |                                                                                          |                      |                         |               |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               | Обавезна                                                                                 | Поена                | Завршни испит           |               |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |               | Да                                                                                       | 50.00                | Усмени део испита       |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |               |                                                                                          |                      | Да                      | 50.00         |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |                                                                                          |                      |                         |               |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Аутор-и       | Наслов                                                                                   |                      | Издавач                 | Година        |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Moeller R. R. | IT Audit, Control, and Security                                                          |                      | Wiley                   | 2010          |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Tudor, D.     | Gile Project and Service Management: Delivering IT Services Using ITIL, PRINCE2 and DSDM |                      | Atern Stationery Office | 2010          |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Daves, J.     | ITIL Foundation Information technology                                                   |                      | McGraw-Hill Education   | 2016          |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                              |                                                                      |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Наставни предмет             | <b>Машинско учење у IoT технологијама</b>                            |
| Ознака предмета: 25.EAI031   |                                                                      |
| Број ЕСПБ: 6                 |                                                                      |
| Програм(и) у којем се изводи | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет |
| УНО предмета                 | Електроника                                                          |
| Наставници:                  | Мезеи Д. Иван, Редовни професор                                      |
|                              | Вукобратовић В. Дејан, Редовни професор                              |

| Број часова активне наставе (недељно) |                 |                      |                     |               |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------|---------------------|---------------|
| Предавања                             | Аудиторне вежбе | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |
| 2.00                                  | 0.00            | 2.00                 | 0.00                | 0.00          |

|                     |      |
|---------------------|------|
| Предмети предуслови | Нема |
|---------------------|------|

Услови:

1. Образовни циљ:

Предмет упознаје студенте са основама пројектовања и коришћења алгоритама машинског и дубоког машинског учења у областима које користе IoT технологије. Студенти ће научити како да правилно одаберу алгоритам за машинско или дубоко машинско учење у зависности од циљне апликације. Кључни предуслов представља разумевање функционисања и могућности уређаја који се користе у области IoT технологија (нпр. Arduino Nano 33 BLE, RPi Zero, итд.), а који су по правилу са ограниченим ресурсима и ниским перформансама по питању процесорске снаге, величине меморије и сл. Студенти ће такође научити како се одговарајући алгоритми машинског учења реализују, имплементирају и примењују у IoT системима (embedded IoT systems), односно унутар тзв. Edge AI система. Део предмета биће посвећен и напредним темама примене машинског учења на оваквим системима: криптозаштита, детекција аномалија и сајбер напада, дистрибуирано и колаборативно учење.

2. Исходи образовања (Стечена знања):

Након завршетка овог курса студенти ће бити способни да:

- Разумеју структуру, функцију и начин функционисања уграђених електронских IoT система
- Разликују врсте и познају карактеристике и могућности примене алгоритама машинског, дубоког, дистрибуираног и колаборативног учења које могу да се примене у оквиру уграђених електронских IoT система
- Одаберу или чак и развију оптималне алгоритме машинског, дубоког машинског, дистрибуираног или колаборативног машинског учења у складу са захтевима циљне апликације
- Имплементирају одабрани алгоритам на одговарајућој платформи која користи IoT технологију
- Тестирају и анализирају резултате рада алгоритма на одговарајућој хардверској платформи која ће бити коришћена у циљној апликацији

3. Садржај/структура предмета:

Теоријска настава

- Хардверске платформе које се користе у уграђеним електронским IoT системима
- Алгоритми и модели машинског и дубоког машинског учења који могу да се примене на уграђеним електронским IoT системима (embedded IoT systems), односно унутар такозваних "Edge AI" система
- Дистрибуирано и колаборативно учење
- Алати за тренирање и имплементацију модела машинског учења прилагођени платформама са ограниченим ресурсима: TensorFlow Lite и Google toolkit
- Методе оптимизације кашњења, потрошње енергије, модела и величине кода у меморији
- Различите примене алгоритама машинског учења у уграђеним електронским IoT системима

Напредне теме: примена алгоритама машинског учења у оквиру уграђених IoT система који се баве проблемима крипто заштите, детекције аномалија, сајбер напада, примена блокчејн технологија и др.

Практична настава

Рачунарске и лабораторијске вежбе које прате овај курсуосмишљене на такав начин да кроз практичан рад са постојећим софтверским алатима, али и са одговарајућим хардверским платформама ограничених ресурса илуструју све теоријске концепте који ће бити обрађивани на предавањима.

У том смислу је планиран одређени скуп вежби:

- Реализација свих појединачних корака тока пројектовања у раду са алгоритмима дубоког учења (поставка циља, прикупљање скупа података, пројектовање модела архитектуре, тренирање модела, конверзија модела, имплементација модела на одабрану платформу и евалуација) на конкретном примеру циљне апликације
- Вежбе из реализације конкретних циљних апликација (детекција покрета/особе/лица/предмета/речи, класификација објеката, препознавање цифара/бројева/лица и сл.) на одговарајућим платформама са ограниченим ресурсима (Arduino 33 BLE Sense, Sparkfun Edge, ESP32, RPi Zero и др.)

Неизоставни део предмета је самостални студентски пројекат, који ће од сваког студента захтевати да имплентира конкретан алгоритам за дати уграђени електронски IoT систем и циљну апликацију. Овај пројекат ће по правилу бити реализован кроз сарадњу са компанијама које се баве применом алгоритама машинског учења областима обраде слике, видеа, звука, комуникационим технологијама типа мобилних комуникација итд.

4. Методе извођења наставе:

Предавања се изводе уз PowerPoint презентације. Праћена су рачунарским и лабораторијским вежбама у Лабораторији за микропроцесорске и програмабилне системе на ФТН. Компаније које се баве IoT технологијама као и развојем, имплементацијом и применама алгоритама машинског учења у IoT технологијама примаће студенте на праксу, и омогућиће израду самосталних студентских пројеката. Предиспитне обавезе чиниће успешно завршен и одбрањен самостални студентски

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

пројекат - услов за излазак на испит је 25 од 50 бодова. Кроз колоквијум на половини семестра и у првом испитном року након завршетка слушања предмета може се положити први и други део теоријског испита. Теоријски део испита могуће је полагати у редовним испитним роковима уколико се не положи преко колоквијума.

Оцене знања (максимални број поена 100)

| Предиспитне обавезе | Обавезна | Поена | Завршни испит                                     | Обавезна | Поена |
|---------------------|----------|-------|---------------------------------------------------|----------|-------|
| Предметни пројекат  | Да       | 50.00 | Писмени део испита - комбиновани задаци и теорија | Да       | 50.00 |

Литература

| Р.бр. | Аутор-и                                                      | Наслов                                                                                                                            | Издавач                            | Година |
|-------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------|
| 1     | Warden, P., & Situnayake, D.                                 | TinyML                                                                                                                            | O'Reilly Media                     | 2019   |
| 2     | Banafa, A.                                                   | Secure and Smart Internet of Things (IoT) using Blockchain and Artificial Intelligence (AI)                                       | River Publishers                   | 2018   |
| 3     | Yang, Q., & et al.                                           | Federated Learning                                                                                                                | Morgan & Claypool Publishers       | 2019   |
| 4     | Merenda, M., & et al.                                        | Edge Machine Learning for AI-Enabled IoT Devices: A Review, in Sensors, 20(9)                                                     | MDPI                               | 2020   |
| 5     | Капоор, А.                                                   | Hands-On Artificial Intelligence for IoT: Expert Machine Learning and Deep Learning Techniques for Developing Smarter IoT Systems | Packt Publishing                   | 2019   |
| 6     | Вукобратовић, Д., Гардашевић, Г., Бајовић, Д., & Бојовић, Ж. | Бежичне сензорске мреже у IoT применама                                                                                           | Нови Сад: Факултет техничких наука | 2020   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------|---------------|--------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            | Софтверски стек и алати за развој функционално безбедног аутомобилског софтвера |                      |                                                   |               |        |
| Ознака предмета: 25.EAI035                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет            |                      |                                                   |               |        |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            | Рачунарска техника и рачунарске комуникације                                    |                      |                                                   |               |        |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            | Павковић Р. Богдан, Ванредни професор                                           |                      |                                                   |               |        |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            | Аудиторне вежбе                                                                 | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                               | Остали часови |        |
| 2.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            | 0.00                                                                            | 2.00                 | 0.00                                              | 0.00          |        |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            | Нема                                                                            |                      |                                                   |               |        |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| Циљ предмета је оспособљавање студената за разумевање и пројектовање архитектуре и самог безбедносно критичног софтвера за аутомобилску индустрију, као и овладавање концептима и стандардима потребним за разумевање безбедносних аспеката у аутомобилској индустрији. Посебан фокус је на разумевању начина за пројектовање безбедносних механизма потребних за коришћење савремених система за помоћ возачу базираним на вештачкој интелигенцији и машинском учењу, као и њиховим безбедносним реперкусијама на остатак возила. |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| Након положеног предмета студент је оспособљен да разуме архитектуру и методе за пројектовање безбедносно критичног софтвера у аутомобилској индустрији и да пише програме који раде у таквом окружењу. Такође, студент који успешно савлада предвиђен програмски садржај оспособљен је да спроведе безбедносно критичну анализу система заснованог на вештачкој интелигенцији и машинском учењу и да предложи безбедносне мере за препознавање и отклањање отказа.                                                                |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| 1. Увод: развој модуларног софтвера базираним на компонентама, преглед процеса развоја у аутомобилској индустрији (од захтева до тестирања)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| 2. Основе AUTOSAR стандарда: концепти, архитектура, методологија, градивни елементи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| а. PTE(енг. Runtime Environment) - извршно окружење,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| б. BCW (енг. Basic Software Components) - основни софтверски модули,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| ц. CWЦ (енг. Software Components) - апликативни софтверски модули                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| д. ВФБ (енг. Virtual Functional Bus) - виртуелна функционална магистрала                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| 3. AUTOSAR: начини миграције са старијих аутомобилских архитектура                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| 4. AUTOSAR-практична разматрања:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| а. Оперативни систем,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| б. Софтверске компоненте,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| ц. Комуникација,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| д. Руковање улазно/излазних упеђаја,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| е. Машина стања,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| ф. Системски сервис и руковање меморијом,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| г. Дијагностички модули.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| 5. Развој функционално безбедног аутомобилског софтвера са нагласком на ISO 26262 стандард и његове захтеве:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| а. руковођење безбедносним процесима,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| б. безбедносна анализа аутомобилских система (посебан осврт и пажња на системима заснованим на вештачкој интелигенцији и машинском учењу)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| ц. развој безбедносног концепта,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| д. развој безбедног система.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| Предавања са рекапитулацијом и активном дискусијом                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| Аудиторне вежбе са показном студијом случаја                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| Рачунарске вежбе са применом моделовања, подешавања и изведбе безбедносног софтвера                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| Практичан пројекат базиран на рачунарским вежбама                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| Консултације                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            | Обавезна                                                                        | Поена                | Завршни испит                                     | Обавезна      | Поена  |
| Одбрањене рачунарске вежбе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            | Да                                                                              | 70.00                | Писмени део испита - комбиновани задаци и теорија | Да            | 30.00  |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |                                                                                 |                      |                                                   |               |        |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Аутор-и    | Наслов                                                                          |                      | Издавач                                           |               | Година |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Staron, M. | Automotive Software Architectures: An Introduction                              |                      | Springer International Publishing                 |               | 2017   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Р.бр. | Аутор-и                                             | Наслов                                                                                                                                                     | Издавач                                     | Година |
|-------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------|
| 2     | Scheid, O.                                          | Autosar Compendium - Part 1: Application & RTE                                                                                                             | CreateSpace Independent Publishing Platform | 2015   |
| 3     | Langenhan, T.                                       | Basic Guide to (Automotive) Functional Safety                                                                                                              | Epubli GmbH                                 | 2015   |
| 4     | Roebuck, K.                                         | AUTOSAR - AUTomotive Open System ARchitecture: High-impact Strategies - What You Need to Know: Definitions, Adoptions, Impact, Benefits, Maturity, Vendors | Lightning Source                            | 2011   |
| 5     | Herrmann, S., Duerholz, D., Staerk, R., & Kriso, S. | Safety Essentials: ISO 26262 at a Glance                                                                                                                   | Kugler Maag Cie                             | 2015   |
| 6     | Савић, С., Гроздановић, М., & Стојилјковић, Е.      | Поузданост и безбедност система                                                                                                                            | Ниш: Факултета заштите на раду у Нишу       | 2014   |
| 7     | Ивановић, Г., Станивуковић, Д., & Бекер, И.         | Поузданост техничких система                                                                                                                               | Нови Сад: Факултет техничких наука          | 2010   |
| 8     | Вујановић, Н.                                       | Теорија поузданости техничких система                                                                                                                      | Београд: Војноиздавачки и новински центар   | 1990   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                              |                                                                      |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Наставни предмет             | <b>Визуелизација података у медицини</b>                             |
| Ознака предмета: 25.EAI034   |                                                                      |
| Број ЕСПБ: 6                 |                                                                      |
| Програм(и) у којем се изводи | ЕАИ - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет |
| УНО предмета                 | Примењене рачунарске науке и информатика                             |
| Наставници:                  | Врбашки В. Дуња, Доцент                                              |
|                              | Драган Ј. Дину, Редовни професор                                     |

| Број часова активне наставе (недељно) |                 |                      |                     |               |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------|---------------------|---------------|
| Предавања                             | Аудиторне вежбе | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |
| 2.00                                  | 0.00            | 2.00                 | 0.00                | 0.00          |

|                     |      |
|---------------------|------|
| Предмети предуслови | Нема |
|---------------------|------|

Услови:

1. Образовни циљ:

СТИцање проширених знања о методама репрезентације и визуелизације структурираних података у домену вештачке интелигенције у медицини. Разумевање значаја визуелизације током свих фаза развоја AI решења – од иницијалне експлоративне анализе података, преко евалуације модела машинског учења, до комуникације резултата према стручњацима из клиничке праксе и крајњим корисницима. Овладавање напредним техникама и софтверским алатима за креирање визуелизација различитих намена и нивоа сложености.

2. Исходи образовања (Стечена знања):

По завршетку курса студент је способен да одабере и примени одговарајуће методе визуелизације за различите типове медицинских података. Интерпретира графичке представе података и резултата модела машинског учења уз правилно тумачење ограничења визуелизације. Критички процењује квалитет, поузданост и етичке аспекте визуелизације у медицинском контексту.

3. Садржај/структура предмета:

Графички дизајн података. Улога визуелизације у примени AI и машинског учења у медицини. Принципи ефективне визуелне комуникације. Добре и лоше праксе у креирању визуелизација. Анализа предности и недостатака најчешће коришћених техника визуелизације. Напредне технике визуелизације. Визуелизација у фази експлоративне анализе података и разумевања структуре медицинских база података. Визуелизација током развоја и евалуације модела. Визуелизација током дизајна и употребе интегрисаних медицинских AI система, интерфејс и приказ крајњим корисницима. Визуелизација у комуникацији према стручној и академској заједници. Евалуација и етички аспекти визуелизације медицинских података. Дискусија релевантних и кључних научних и стручних радова. Упознавање са савременим библиотекама и алатима.

4. Методе извођења наставе:

Настава се изводи кроз предавања, рачунске вежбе и консултације. На предавањима се излажу теоријске основе и врши се анализа конкретних примера из медицинске праксе и научних радова. Рачунарске вежбе подразумевају индивидуални и партнерски рад на практичним задацима који обухвата припрему медицинских података, израду различитих типова визуелизација и евалуацију квалитета визуалних приказа. Практични део наставе подстиче истраживачки приступ и развој сопствених решења визуелизације у медицинском контексту.

Оцене знања (максимални број поена 100)

| Предиспитне обавезе | Обавезна | Поена | Завршни испит     | Обавезна | Поена |
|---------------------|----------|-------|-------------------|----------|-------|
| Домаћи задатак      | Да       | 20.00 | Усмени део испита | Да       | 30.00 |
| Предметни пројекат  | Да       | 50.00 |                   |          |       |

| Литература |               |                                                                          |                                   |        |
|------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и       | Наслов                                                                   | Издавач                           | Година |
| 1          | Edward, T.    | The Visual Display of Quantitative Information                           | Graphics Press                    | 2011   |
| 2          | Healy, K.     | Data Visualization: A Practical Introduction                             | Princeton University Press        | 2018   |
| 3          | Wilke, C. O.  | Fundamentals of Data Visualization                                       | O'Reilly Media                    | 2019   |
| 4          | Moraga, P.    | Geospatial Health Data: Modeling and Visualization with R-INLA and Shiny | Chapman and Hall/CRC              | 2019   |
| 5          | Лубановић, Б. | Увод уPython: [модерно рачунарство у једноставним пакетима]              | Београд: CET: Računarski fakultet | 2015   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |                                              |                                                                                                               |                |        |
|------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и                                      | Наслов                                                                                                        | Издавач        | Година |
| 6          | Preim, B., Raidou, R., Smit, N. & Lawonn, K. | Visualization, Visual Analytics and Virtual Reality in Medicine: State-of-the-art Techniques and Applications | Springer       | 2023   |
| 7          | Nguyen, A.                                   | Hands-On Healthcare Data: Taming the Complexity of Real-World Data                                            | O'Reilly Media | 2022   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                       |                 |                                                                      |                     |               |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------|
| Наставни предмет                      |                 | Роботска визија и манипулација                                       |                     |               |
| Ознака предмета: 25.EAI514            |                 |                                                                      |                     |               |
| Број ЕСПБ: 6                          |                 |                                                                      |                     |               |
| Програм(и) у којем се изводи          |                 | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет |                     |               |
| УНО предмета                          |                 | Мехатроника, роботика, аутоматизација и интегрисани системи          |                     |               |
| Наставници:                           |                 | Николић Н. Милутин, Ванредни професор                                |                     |               |
| Број часова активне наставе (недељно) |                 |                                                                      |                     |               |
| Предавања                             | Аудиторне вежбе | Други облици наставе                                                 | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |
| 2.00                                  | 0.00            | 2.00                                                                 | 0.00                | 0.00          |
| Предмети предуслови                   |                 | Нема                                                                 |                     |               |

Услови: Претходно одслушан курс из роботике и основа машинске визије

#### 1. Образовни циљ:

Циљ курса јесте да се студенти упознају са основним алгоритамским приступима потребним за реализацију система који могу аутономно манипулисати објектима на основу визуалне информације. Курс се бави принципима како примењивим у структурираним окружењима, као што су индустријска постројења, тако и у неструктурираним окружењима као што су домови, ресторани итд .. Теме обухватају алгоритме за детекцију и одређивање позе објеката на основу информација са камера, одабир хвата и планирање кретања робота. Уз конвенционалне методе курс се бави модерним методама заснованим на машинском учењу. Циљ је да се на високом нивоу интегришу знања из неколико предмета који се баве кинематиком и динамиком роботских система, машинском визијом и теоријом оптимизације како би били у стању да имплементирају један комплексан роботски систем.

#### 2. Исходи образовања (Стечена знања):

Жељени исход јесте да кандидат у потпуности разуме све фазе роботске манипулације почевши од детекције предмета па све до планирања покрета робота. Студенти треба да буду у стању да користе и интегришу готове софтверске библиотеке за машинску визију, оптимизацију и планирање кретања. Уз то очекује се да студенти буду у стању да самостално имплементирају неке од базичнијих алгоритама обрађених током курса.

#### 3. Садржај/структура предмета:

Модел камере, Одређивање позе предмета у равни, Одређивање позе познатог објекта, Стереовизија, Одређивање позе на основу облака тачака, Налажење познатог објекта на основу машинског учења, Одређивање позе објекта коришћењем машинског учења, Одређивање хвата, Увод у квадратно програмирање, Планирање кретања робота, Планирање задатака, Манипулација од слике до покрета помоћу машинског учења.

#### 4. Методе извођења наставе:

Настава се састоји из предавања и вежби. На предавањима се раде теоријске основе материје. На вежбама се самостално имплементирају методе обрађене на предавањима и пробавају на правом xArm7 роботу. Приликом имплементације биће коришћени C/C++ или Python програмски језици чије ће основе бити изложене и поновљене на првих неколико термина вежби. Очекује се да кандидат до краја курса буде оспособљен да сам имплементира цео поступак од идентификације предмета, преко његовог хватања до преношења на жељену локацију.

#### Оцене знања (максимални број поена 100)

| Предиспитне обавезе        | Обавезна | Поена | Завршни испит        | Обавезна | Поена |
|----------------------------|----------|-------|----------------------|----------|-------|
| Одбрана пројектног задатка | Да       | 70.00 | Теоријски део испита | Да       | 30.00 |

#### Литература

| Р.бр. | Аутор-и                                                 | Наслов                                                       | Издавач                    | Година |
|-------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------|--------|
| 1     | Siciliano, B., Sciavicco, L., Villani, L., & Oriolo, G. | Robotics - Modelling, Planning and Control                   | London: Springer           | 2009   |
| 2     | Corke, P.                                               | Robotics, Vision & Control: Fundamental Algorithms in Python | Springer Cham              | 2023   |
| 3     | LaValle, S.                                             | Planning Algorithms                                          | Cambridge University Press | 2006   |
| 4     | Kaehler, A., Bradski, G.                                | Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library     | O'Reilly                   | 2012   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                  |                      |                     |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | Мултимодална перцепција човека и машине                                                                          |                      |                     |               |
| Ознака предмета: 25.EAI042                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                  |                      |                     |               |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                  |                      |                     |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет                                             |                      |                     |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Телекомуникације и обрада сигнала                                                                                |                      |                     |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | Бркљач Н. Бранко, Ванредни професор<br>Делић Д. Владо, Редовни професор<br>Бајовић Д. Драгана, Ванредни професор |                      |                     |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                  |                      |                     |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | Аудиторне вежбе                                                                                                  | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |
| 2.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | 0.00                                                                                                             | 2.00                 | 0.00                | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Нема                                                                                                             |                      |                     |               |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                  |                      |                     |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                  |                      |                     |               |
| <p>Полазећи од стечених знања о људској перцепцији звука и слике, предмет обрађује алгоритме за мултимодалну перцепцију од стране машина: робота, аутономних возила, уређаја у паметној кући, итд. Предмет пореди начин одређивања карактеристика звука и локације његовог извора од стране човека и микрофонских низова, и укратко представља ултразвучне технологије и њихову примену у ехолокацији. Предмет излаже принципе визуелне перцепције који дефинишу како машина учи да реализује постављене задатке компјутерског вида. Предмет разматра шта и како машине могу разликовати у аудио и видео сигнаlima, и шта се све у говору и слици може препознавати аутоматски. Предмет даје увод у аудио-визуелну анализу сцене и алгоритме машинског учења за мултимодалну фузију (рана, касна и хибридна фузија). Предмет даје основе обраде и фузије мултисензорских података на нивоу обележја, током екстракције информација и на нивоу крајњих резултата одлучивања, као и увод у federated learning.</p> |  |                                                                                                                  |                      |                     |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                  |                      |                     |               |
| <p>Након овог предмета студенти ће јасно разумети карактеристике аудио и видео сигнала и њихове перцепције чулом слуха и вида. Студенти ће идентификовати разлике у перцепцији ниских и високих фреквенција, у понашању звука у затвореном и отвореном простору, као и у случају када се извор и/или пријемник звука крећу. Разумеће алгоритме за рад микрофонских низова, истраживати могућности комбиноване анализе аудио и видео сигнала у анализи сцене, као и одређивања аудио-визуелних обележја. Примениће основне принципе рада federated learning алгоритма за анализу недељених података. За разне примене, студенти ће умети да изаберу одговарајуће изворе информација, изврше селекцију и естимацију релевантних обележја, организују (не)надгледано машинско учење и дубоко учење.</p>                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                  |                      |                     |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                  |                      |                     |               |
| Теоријска настава                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                  |                      |                     |               |
| 1. Визуелизација настајања и простирања звучних таласа: фреквенција, таласна дужина и брзина звука. Рефлексја и апсорпција, дифузија, закретање и преламање звука, стојећи таласи, Доплеров ефекат. Ултразвук, ехолокација, сонар. Директни и реверберантни звук, апсорпција и време реверберације.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                  |                      |                     |               |
| 2. Импулсни одзив и преносна карактеристика аудио система. Фуријеова анализа аудио сигнала. Субјективни осећај јачине звука, висине тона и боје звука.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                  |                      |                     |               |
| 3. Психофизиолошки аспекти перцепције звука. Бинаурална локализација, преносна карактеристика до чула слуха и импулсни одзив главе. Стерео презентација, surround и 3D звук. Ефекат маскирања и коктел-парти ефекат.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                  |                      |                     |               |
| 4. Микрофонски низови: Класично оптимално филтрирање: Винеров, Фростов и Калманов филтар. Конвенционалне технике просторног филтрирања, (beamforming) помоћу микрофонских низова: приступ "закасни и сабери", дизајн непроменљивог снопа, филтар са максималним односном сигнал шум. Адаптивне технике просторног филтрирања помоћу микрофонских низова: Винеров просторни филтар MVDR, LCMF.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                  |                      |                     |               |
| 5. Перцепција видео сигнала. Визуелна перцепција код човека и животиња (нижи нивои обраде и виши когнитивни процеси). Циљеви компјутерског вида. Представа слике, целовитост перцепције – гешталт закони груписања и Хелмхолцов принцип. Пропагација светлости, типови сочива, извори осветљења, угао посматрања и перспектива. Активни (Lidar, RGBD) и пасивни сензори слике. Методе за снимање на бази реконструкције.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                  |                      |                     |               |
| 6. Перцепција 3D простора, бинокуларни вид и процена дубине. Улога ивица и текстура. Проблем визуелне претраге и описа садржаја. Предњи план и позадина. Механизам привлачења пажње (енгл. saliency detection) и његова улога у процесу подучавања система компјутерске визије. Субјективне и објективне мере квалитета. Монокуларни вид и технике машинског учења за његово побољшање и адаптацију.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                  |                      |                     |               |
| 7. Аудио-визуелна анализа сцене. Фузија мултисензорских информација и њихово заједничко моделовање. Касна фузија, рана фузија и хибридна фузија. Примене: локализација звучног извора у видеу и heat maps, аудио-визуелно препознавање акција у видеу, класификација аудио-визуелних сцена. Увод у federated learning са применом код недељених мултимодалних података (у власништву различитих ентитета).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                  |                      |                     |               |
| Практична настава                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                  |                      |                     |               |
| <p>Предмет је претежно теоријског карактера, а вежбе су усмерене на практичну примену обимних база аудио-видео снимака методама вештачке интелигенције. Такође ће дати увид и основне смернице у вези са самим креирањем аудио-визуелних база (нпр. путем Android апликације, планирање поставке опреме за аквизицију података/сигнала, примере и значај staged recordings) и различитих корака њихове припреме за даљу обраду, укључујући аудио-визуелну анотацију и одговарајуће актуелне софтверске пакете (нпр. ELAN), креирање онтологија за класификацију на основу анализе догађаја, и сл.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                  |                      |                     |               |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                  |                      |                     |               |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

Предавања се изводе уз PowerPoint презентације с бројним аудио и видео прилозима и анимацијама. Праћена су вежбама у Лабораторији за акустику и говорне технологије и Лабораторији за обраду сигнала и машинско учење у НТП на ФТН. Предиспитне обавезе су семинарски рад и пројекат у сарадњи са привредом – услов за излазак на испит је 25 од 50 бодова. Семинарски радови се раде самостално, а најбољи из појединих тема се презентују и доносе додатне бодове. Пројекти се дефинишу у сарадњи са партнерима из привреде. Кроз колоквијум на половини семестра може се положити први део испита. Самостални део рада студента подржан је преко web портала Катедре за телекомуникације и обраду сигнала – [www.telekom.ftn.uns.ac.rs](http://www.telekom.ftn.uns.ac.rs).

Оцене знања (максимални број поена 100)

| Предиспитне обавезе | Обавезна | Поена | Завршни испит         | Обавезна | Поена |
|---------------------|----------|-------|-----------------------|----------|-------|
| Предметни пројекат  | Да       | 30.00 | Завршни испит - 1 део | Да       | 20.00 |
| Семинарски рад      | Да       | 20.00 | Завршни испит - 2 део | Да       | 30.00 |

Литература

| Р.бр. | Аутор-и                                     | Наслов                                                                                                    | Издавач                                       | Година |
|-------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------|
| 1     | Дринчић, Д., Правица, П., & Новаковић, Д.   | Основи акустике                                                                                           | Београд: ВШЕРСС                               | 2018   |
| 2     | Benesty, J., Cohen, I., & Chen, J.          | Fundamentals of Signal Enhancement and Array Signal Processing                                            | John Wiley & Sons, DOI: 10.1002/9781119293132 | 2018   |
| 3     | Desolneux, A., Moisan, L., & Morel, J. M.   | From gestalt theory to image analysis - A probabilistic approach                                          | Springer                                      | 2008   |
| 4     | Marr, D.                                    | Vision - A computational Investigation Into the Human Representation and Processing of Visual Information | MIT Press                                     | 2010   |
| 5     | Nematollahi, M., Shahbazi, S., & Nabian, N. | Computer vision and audition in urban analysis using the remorph framework                                | Springer                                      | 2019   |
| 6     | Yang, M. Y., Rosenhahn, B., & Murino, V.    | Multimodal Scene Understanding                                                                            | Academic Press                                | 2019   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |                                                                          |                      |                                         |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   | Интерактивни медицински системи                                          |                      |                                         |               |
| Ознака предмета: 25.EAI039                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                   |                                                                          |                      |                                         |               |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                   |                                                                          |                      |                                         |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                   | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет     |                      |                                         |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                   | Примењене рачунарске науке и информатика                                 |                      |                                         |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                   | Иветић В. Драган, Редовни професор<br>Врбашки В. Дуња, Доцент            |                      |                                         |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                   |                                                                          |                      |                                         |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                   | Аудиторне вежбе                                                          | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                     | Остали часови |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                   | 0.00                                                                     | 3.00                 | 0.00                                    | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   | Нема                                                                     |                      |                                         |               |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                   |                                                                          |                      |                                         |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                   |                                                                          |                      |                                         |               |
| Циљ предмета је упознавање студената са специфичностима сензора, интеракционих уређаја и софтверских система у медицини, како на нивоу захтева, тако и на нивоу методологије развоја система заснованих на вештачкој интелигенцији и методама машинског учења. Посебан акценат ставља се на интерактивне, мултимодалне и контекстно свесне медицинске системе који подржавају клиничку праксу, обуку, превенцију и персонализовану негу.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                   |                                                                          |                      |                                         |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                   |                                                                          |                      |                                         |               |
| Студенти су у могућности да стечена знања и вештине примене при препознавању специфичних интеракционих захтева медицинске праксе и самостално развију софтверска решења заснована на вештачкој интелигенцији и машинском учењу. Оспособљени су да анализирају, дизајнирају и евалуирају интерактивне медицинске системе који укључују сензоре, мултимодалне интерфејсе и клиничке податке.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                   |                                                                          |                      |                                         |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                   |                                                                          |                      |                                         |               |
| УЦД методологија развоја софтверских система и готових решења у медицини у контексту превенције, дијагностике, мониторинга, терапије, истраживања, студирања и обуке. Мултимодални медицински интерфејси: сензори, веараблес, хаптика, гласовне и интеракције гестовима.<br>Архитектуре система и примена проширене и виртуелне стварности у медицини и здравственој заштити.<br>Свеprisутно и контекстно свесно рачунарство засновано на мобилним и паметним уређајима; системи за превенцију, удаљени мониторинг и подршку старијима и особама са посебним потребама.<br>Софтверски системи за колаборацију медицинских практичара који су просторно и временски дислоцирани; телемедицина и дистрибуирани AI системи.<br>Интеграција AI и ML метода у интерактивним медицинским системима: мултимодална анализа сигнала, интелигентна асистенција, аутоматизована подршка одлучивању.<br>Безбедност, приватност, етички и регулаторни аспекти интерактивних медицинских система. |                                                   |                                                                          |                      |                                         |               |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                   |                                                                          |                      |                                         |               |
| Настава се реализује кроз интерактивна предавања, практичне вежбе, консултације и самостални пројектни рад. На предавањима се обрађују концепти, технологије и примери примене интерактивних медицинских система, док практичне вежбе укључују имплементацију и евалуацију елемената интелигентних и мултимодалних интерфејса.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                   |                                                                          |                      |                                         |               |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                   |                                                                          |                      |                                         |               |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   | Обавезна                                                                 | Поена                | Завршни испит                           |               |
| Домаћи задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                   | Да                                                                       | 20.00                | Усмени део испита                       |               |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                   | Да                                                                       | 50.00                | Презентација и завршна одбрана пројекта |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |                                                                          |                      | Да                                      | 15.00         |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                   |                                                                          |                      |                                         |               |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Аутор-и                                           | Наслов                                                                   |                      | Издавач                                 | Година        |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Holzinger, A.                                     | HCI and Usability for Medicine and Health Care                           |                      | Springer LNCS                           | 2007          |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Privitera, M. B.                                  | Applied Human Factors in Medical Device Design                           |                      | Academic Press                          | 2019          |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Guduri, M., Chakraborty, C., & Margala, M. (Eds.) | Smart Devices for Medical 4.0 Technologies                               |                      | CRC Press                               | 2025          |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Malik, S., & Tyagi, A. K.                         | Intelligent Interactive Multimedia Systems for e-Healthcare Applications |                      | Apple Academic Press                    | 2022          |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                             |                                                                          |                      |                      |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                             | Информације у мултимедији                                                |                      |                      |                |
| Ознака предмета: 25.EAI041                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                             |                                                                          |                      |                      |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                             |                                                                          |                      |                      |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                             | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет     |                      |                      |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                             | Информационо-комуникациони системи                                       |                      |                      |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                             | Ћулибрк Р. Дубравко, Редовни професор<br>Пап И. Иштван, Редовни професор |                      |                      |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                             |                                                                          |                      |                      |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                             | Аудиторне вежбе                                                          | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР  | Остали часови  |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                             | 0.00                                                                     | 3.00                 | 0.00                 | 0.00           |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                             | Нема                                                                     |                      |                      |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |                                                                          |                      |                      |                |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                             |                                                                          |                      |                      |                |
| Циљ предмета је да се студенти упознају са техникама и алатима вештачке интелигенције који се могу користити за екстракцију информација у мултимедијалним системима, применом метода и техника за обраду слика, видеоа, звука и текста. Студенти ће бити оспособљени за развој програмских решења за обраду мултимедијалних садржаја заснованих на комбинацији метода и техника класичне вештачке интелигенције и дубоког учења. У оквиру курса, студенти ће имати прилику да учествују у практичној радионици NVIDIA института за дубоко учењеDeep Learning Institute (DLI), која ће студентима обезбедити практично искуство у развоју и примени система дубоког учења на савременим GPU платформама и серверима у облаку.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                             |                                                                          |                      |                      |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                             |                                                                          |                      |                      |                |
| Студенти ће по завршетку курса имати знања и вештине које ће им омогућити да користе технике вештачке интелигенција за решавање практичних проблема из домена примене информационих технологија у мултимедијалним системима. Поред тога стећи ће практичне вештине развоја програмских решења коришћењем OpenCV, Pythonscikit-image, Caffe, TensorFlow и PyTorch окружења за моделовање и тренирање дубоких неуронских мрежа.<br>Кроз практичан тренинг базиран на NVIDIA DLI радионицама студенти ће развити и применити практичне системе дубоког учења на серверима у облаку и имати прилику да стекну NVIDIA DLI сертификат оспособљености за развој система вештачке интелигенције који комбинују различите типове података (текст, слика и видео).                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                             |                                                                          |                      |                      |                |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                             |                                                                          |                      |                      |                |
| Предмет ће покрити следеће области: преглед основних концепата аквизиције и чувања визуелних и аудио сигнала, репрезентација података, филтрирање, конволуција, интерполација. Геометријске операције над сликама, математичка морфологија, детекција ивица, сегментација слике, екстракција обележја из слике. Основна знања из домена екстракције информација из звучних записа и текста. Технике естимације кретања, детекција и праћења објеката у видеу. Релевантне методе учења у системима са дубоком архитектуром (Deep Learning<-eng>) i primene ovih sistema za analizu velikih količina multimedijalnih podataka. Teorijsku nastavu će pratiti praktična obuka iz implementacije programskih rešenja (modela neuronskih mreža) u okruženjima <eng>OpenCV, Pythonscikit-image, Caffe, TensorFlow и PyTorch и на платформама за масивну паралелну обраду података у облаку. Студенти ће у оквиру предмета проћи кроз радионицу NVIDIA DLI која се бави развојем система који раде са различитим типовима података (нпр. текст, слика и видео). |                                             |                                                                          |                      |                      |                |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                             |                                                                          |                      |                      |                |
| Предавања и лабораторијске вежбе, тестови и индивидуални задатак (пројекат). У оквиру вежби ће студенти бити оспособљени за имплементацију програмских решења у програмском окружењу OpenCV, Pythonscikit-image, Caffe, TensorFlow и PyTorch, кроз одговарајуће радионице NVIDIA DLI. Усвајање теоретских знања са предавања ће се проверавати тестовима и на усменом испиту, а индивидуални задатак ће укључивати практичну имплементацију система машинског учења базираних на дубоком учењу, одговарајуће сложености у сарадњи са компанијама које примењују дубоко учење и у оквиру праксе на коју ће примити студенте у координацији са предавачем курса. Предиспитне обавезе чиниће успешно завршен и одбрањен самостални предметни пројекат, као и скупљен адекватан број бодова са вежби - услов за излазак на испит је 25 од 50 бодова.                                                                                                                                                                                                        |                                             |                                                                          |                      |                      |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |                                                                          |                      |                      |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                             | Обавезна                                                                 | Поена                | Завршни испит        | Обавезна Поена |
| Пројектни задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                             | Да                                                                       | 30.00                | Сложени облици вежби | Да 30.00       |
| Тест                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                             | Да                                                                       | 10.00                | Усмени део испита    | Да 30.00       |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                             |                                                                          |                      |                      |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Аутор-и                                     | Наслов                                                                   |                      | Издавач              | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Kaehler, A., Bradski, G.                    | Learning OpenCV                                                          |                      | OReilly              | 2013           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. | Deep Learning                                                            |                      | Cambridge: MIT Press | 2017           |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Ћулибрк, Д.                                 | Откривање знања из података: одабрана поглавља                           |                      | CreateSpace          | 2012           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                              |                                                                                                                             |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Наставни предмет             | <b>Ембедед системи са континуираним учењем</b>                                                                              |
| Ознака предмета: 25.EAI036   |                                                                                                                             |
| Број ЕСПБ: 6                 |                                                                                                                             |
| Програм(и) у којем се изводи | ЕАИ - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет                                                        |
| УНО предмета                 | Теоријска електротехника                                                                                                    |
| Наставници:                  | Даутовић Б. Станиша, Ванредни професор<br>Струхарик Ј. Растислав, Редовни професор<br>Самарџић М. Наташа, Ванредни професор |

| Број часова активне наставе (недељно) |                 |                      |                     |               |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------|---------------------|---------------|
| Предавања                             | Аудиторне вежбе | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |
| 3.00                                  | 0.00            | 3.00                 | 0.00                | 0.00          |

|                     |      |
|---------------------|------|
| Предмети предуслови | Нема |
|---------------------|------|

Услови: IoT технологије и Edge Computing, Анализа процеса и података на мрежама, Хардверске платформе за вештачку интелигенцију и машинско учење

1. Образовни циљ:

Циљ предмета је да студенте упозна са основама континуираног машинског учења (Lifelong Machine Learning) и сродних видова машинског учења адекватних за примену унутар уграђених електронских система (Embedded Systems). Класично машинско учење, познато као ML 1.0, иако врло успешно, има своја ограничења: а) знање није кумулативно, б) без меморије је (не може се задржати), и ц) због недостатка претходног знања, потребан је велики број примера за обуку/учење. За разлику од ML 1.0, људско учење одликују следеће две карактеристике: а) човек никад не учи у изолацији, и б) учимо ефикасно из неколико примера, уз помоћ претходног знања. Ова парадигма учења се назива ML 2.0, односно LML. Континуирано учење решавања више задатака истовремено или инкрементално, као што то раде људи, уз памћење (акумулацију) научених међукорак и финалних решења претходних задатака, да би се она могла искористити у будућем учењу.

2. Исходи образовања (Стечена знања):

Након успешног завршетка овог курса студенти ће бити способни да:

- Разумеју основну структуру и функцију континуираног учења и њему сродних врста учења
- Одаберу и развију алгоритме континуираног учења и њему сродних врста учења
- Изврше припрему задатака и њихових тренинг скупова за обучавање пројектоване континуирано учеће неуралне мреже
- Одаберу начин на који ће бити извршено обучавање континуално учеће неуралне мреже
- Развију симулациони модел одабране континуално-учеће неуралне мреже у MatLab програмском окружењу, или имплементирају одабрани алгоритам континуалног обучавања у једном од софтверских алата за рад са континуално учећим неуралним мрежама (нпр. ELLA Framework, NELL, или слично)
- Анализирају резултате добијене у процесу обучавања у неком од софтверских алата, као што су DeepMind Lab, OpenAI Gym или MatLab Neural Networks Toolbox и Statistics and Machine Learning Toolbox

3. Садржај/структура предмета:

Теоријска настава

- Континуално машинско учење: мотивишући примери, кратка историја, дефиниција, типови знања, методе евалуације
- Сличности и разлике континуалног машинског учења са сродним парадигмама учења: Transfer Learning, Multi-Task Learning, Incremental Learning, Online Learning, Meta-Learning, Few Shot Learning, One Shot Learning
- Надзирано континуално машинско учење
- Континуално учење без катастрофалног заборављања
- Инкрементално и онлајн континуално учење у отвореном окружењу
- Континуално моделовање тема (енг. Lifelong Topic Modeling)
- Континуална екстракција информација
- Континуално учење са награђивањем (енг. Lifelong Reinforcement Learning)
- Multi-task учење
- Трансфер учење
- Few Shot и One Shot учење
- Метаучење
- Адаптивна резонантна теорија

Практична настава

Рачунарске и лабораторијске вежбе које прате овај курс ће бити конципиране на такав начин да кроз практичан рад са постојећим софтверским алатима за симулацију и обучавање неуралних мрежа, илуструју све теоријске концепте који ће бити обрађивани на предавањима. Део практичне наставе је самостални студентски пројекат, у оквирима кога ће сваки студент програмски имплементирати симулациони модел одабраног концепта континуалног учења у софтверу, и/или комплетан модел континуално-учеће неуралне мреже у хардверу (уграђеном електронском систему). Овај пројекат ће по правилу бити реализован кроз сарадњу са компанијама које се баве применом неуралних мрежа у областима обраде слике, видео, звука, итд.

4. Методе извођења наставе:

Предавања се изводе уз PowerPoint презентације. Праћена су рачунарским и лабораторијским вежбама у Лабораторији за дискретне системе и алгоритме на ФТН. Компаније које се баве применом неуралних мрежа, као и развојем уграђених електронских система базираних на неуралним мрежама примаће студенте на праксу, и омогућиће израду самосталних студентских пројеката. Предиспитне обавезе чиниће успешно завршен и одбрањен самостални студентски пројекат - услов за излазак на испит је 25 од 50 бодова. Кроз колоквијум на половини семестра и у првом испитном року након завршетка слушања

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

предмета може се положити први и други део теоријског испита. Теоријски део испита полагаће се у редовним испитним роковима.

Оцене знања (максимални број поена 100)

| Предиспитне обавезе | Обавезна | Поена | Завршни испит                                     | Обавезна | Поена |
|---------------------|----------|-------|---------------------------------------------------|----------|-------|
| Предметни пројекат  | Да       | 40.00 | Писмени део испита - комбиновани задаци и теорија | Да       | 50.00 |
| Презентација        | Да       | 10.00 |                                                   |          |       |

Литература

| Р.бр. | Аутор-и                                                          | Наслов                                                                                   | Издавач                                                                                                 | Година |
|-------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1     | Chen, Z., & Liu, B.                                              | Lifelong Machine Learning, 2nd Ed.                                                       | Morgan & Claypool Publishers                                                                            | 2018   |
| 2     | Parisi, G. I., Kemker, R., Part, J. L., Kanan, C., & Wermter, S. | Continual Lifelong Learning with Neural Networks: A Review. Neural Networks, 113, 54–71. | <a href="https://doi.org/10.1016/j.neunet.2019.01.012">https://doi.org/10.1016/j.neunet.2019.01.012</a> | 2019   |
| 3     | Zhang, Y., & Yang, Q.                                            | A Survey on Multi-Task Learning                                                          | arXiv:1707.08114v2 [cs.LG]                                                                              | 2018   |
| 4     | Yang, Q., Zhang, Y., Dai, W., & Pan, S. J.                       | Transfer Learning                                                                        | Cambridge University Press                                                                              | 2020   |
| 5     | Wang, Y., Yao, Q., Kwok, J. T., & Ni, L. M.                      | Generalizing from a Few Examples: A Survey on Few-Shot Learning                          | Association for Computing Machinery                                                                     | 2020   |
| 6     | Hospedales, T., Antoniou, A., Micaelli, P., & Storkey, A.        | Meta-Learning in Neural Networks: A Survey                                               | arXiv:2004.05439v1 [cs.LG]                                                                              | 2020   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                      |               |          |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------|----------|--------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 | Архитектуре и интеграције софтверско-физичких система                                                                                                                                                           |                      |                      |               |          |        |
| Ознака предмета: 25.AUN50                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                      |               |          |        |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                      |               |          |        |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 | E20 - Рачунарство и аутоматика (MAC), Изборни предмет<br>EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет<br>SE0 - Софтверско инжењерство и информационе технологије (MAC), Изборни предмет |                      |                      |               |          |        |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 | Аутоматика и управљање системима                                                                                                                                                                                |                      |                      |               |          |        |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                 | Ердељан М. Александар, Редовни професор<br>Кановић С. Жељко, Редовни професор<br>Кулић Ј. Филип, Редовни професор                                                                                               |                      |                      |               |          |        |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                 |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                      |               |          |        |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                 | Аудиторне вежбе                                                                                                                                                                                                 | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР  | Остали часови |          |        |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 | 0.00                                                                                                                                                                                                            | 3.00                 | 0.00                 | 0.00          |          |        |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 | Нема                                                                                                                                                                                                            |                      |                      |               |          |        |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                      |               |          |        |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                 |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                      |               |          |        |
| Стицање општих знања о тренду аутоматизације и размене података у савременом индустријским апликацијама.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                 |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                      |               |          |        |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                 |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                      |               |          |        |
| Овладавање софтверским платформама и технологијама за реализацију софтверско-физичког система.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                      |               |          |        |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                      |               |          |        |
| Основни појмови, концепти и изазови софтверско-физичких система (СФС). Везе ка embedded системима, Internet of things (IoT), cloud computing-ом, cognitive computing-ом и Industry 4.0/5.0 концептом „паметних фабрика“. Увод у принципе дизајна, спецификације, моделовања и анализе СФС. Реализација СФС: апстракције и архитектуре (микро сервиси, cloud архитектуре, ...). Интеграције подсистема СФС: Machine-to-Machine (M2M) и IoT комуникације, интеграције хетерогених података из различитих извора, безбедност и приватност података, ... Big data концепти. Cloud computing и Big Data платформе и технологије. Интеграција Big Data у СФС и алгоритми процесирања података: повезивање у реалном времену са реалним-светом, индустријским и критичним окружењима, пакетна обрада података за моделирање и машинско учење. |                 |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                      |               |          |        |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                 |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                      |               |          |        |
| Предавања; рачунарске вежбе; консултације.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                      |               |          |        |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                      |               |          |        |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 | Обавезна                                                                                                                                                                                                        | Посна                | Завршни испит        |               | Обавезна | Посна  |
| Домаћи задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 | Да                                                                                                                                                                                                              | 10.00                | Теоријски део испита |               | Да       | 30.00  |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 | Да                                                                                                                                                                                                              | 30.00                |                      |               |          |        |
| Тест                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 | Да                                                                                                                                                                                                              | 10.00                |                      |               |          |        |
| Тест                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 | Да                                                                                                                                                                                                              | 10.00                |                      |               |          |        |
| Тест                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 | Да                                                                                                                                                                                                              | 10.00                |                      |               |          |        |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |                                                                                                                                                                                                                 |                      |                      |               |          |        |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Аутор-и         | Наслов                                                                                                                                                                                                          |                      |                      | Издавач       |          | Година |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Rajeev Alur, R. | Principles of Cyber-Physical Systems                                                                                                                                                                            |                      |                      | The MIT Press |          | 2015   |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Gilchrist, A.   | Industry 4.0 : The Industrial Internet of Things                                                                                                                                                                |                      |                      | Apress        |          | 2016   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                             |                                                                                                                                                     |                      |                                                                                                                               |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                             | Велики језички модели - напредни концепти                                                                                                           |                      |                                                                                                                               |               |
| Ознака предмета: 25.EAI76                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                             |                                                                                                                                                     |                      |                                                                                                                               |               |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                             |                                                                                                                                                     |                      |                                                                                                                               |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                             | ЕАИ - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет                                                                                |                      |                                                                                                                               |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                             | Примењене рачунарске науке и информатика                                                                                                            |                      |                                                                                                                               |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                             | Ковачевић Д. Александар, Редовни професор                                                                                                           |                      |                                                                                                                               |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                             |                                                                                                                                                     |                      |                                                                                                                               |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                             | Аудиторне вежбе                                                                                                                                     | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                                                                                                           | Остали часови |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                             | 0.00                                                                                                                                                | 3.00                 | 0.00                                                                                                                          | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                             | Нема                                                                                                                                                |                      |                                                                                                                               |               |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                             |                                                                                                                                                     |                      |                                                                                                                               |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                             |                                                                                                                                                     |                      |                                                                                                                               |               |
| Оспособљавање студената за развој и примену великих језичких модела кроз разумевање концепта, могућности, ограничења, алата и одговорне употребе.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                             |                                                                                                                                                     |                      |                                                                                                                               |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                             |                                                                                                                                                     |                      |                                                                                                                               |               |
| Студент стиче разумевање основних концепата и техника рада са великим језичким моделима и оспособљава се да их примени и адаптира за различите задатке у реалним окружењима.                                                                                                                                                                                                                                                             |                                             |                                                                                                                                                     |                      |                                                                                                                               |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                             |                                                                                                                                                     |                      |                                                                                                                               |               |
| Преглед великих језичких модела и генеративног моделовања. Рад са упитима (промтинг), подацима, токенизацијом и репрезентацијама вектора. Стратегије адаптације модела (фино подешавање, адаптери и друго). Евалуација модела и мерење перформанси. Обрасци испоруке и интеграције модела у системе (сервинг, оркестрација, безбедносни аспекти). Архитектуре великих језичких модела. Пре-тренинг и пост-тренинг фазе обучавања модела. |                                             |                                                                                                                                                     |                      |                                                                                                                               |               |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                             |                                                                                                                                                     |                      |                                                                                                                               |               |
| Облици извођења наставе су: предавања, рачунарске вежбе, израда домаћих задатака и консултације. На предавањима се, уз коришћење одговарајућих дидактичких средстава, излажу садржаји предмета и подстиче активно учешће студената кроз питања и дискусију. Практични део градива студенти савладавају на рачунарским вежбама решавањем задатака уз помоћ асистента или самостално, као и кроз самосталну израду домаћих задатака.       |                                             |                                                                                                                                                     |                      |                                                                                                                               |               |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                             |                                                                                                                                                     |                      |                                                                                                                               |               |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                             | Обавезна                                                                                                                                            | Поена                | Завршни испит                                                                                                                 |               |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                             | Да                                                                                                                                                  | 70.00                | Презентација и завршна одбрана пројекта                                                                                       |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                             |                                                                                                                                                     |                      | Да 30.00                                                                                                                      |               |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                             |                                                                                                                                                     |                      |                                                                                                                               |               |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Аутор-и                                     | Наслов                                                                                                                                              |                      | Издавач                                                                                                                       | Година        |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Николић, М., & Зечевић, А.                  | Машинско учење                                                                                                                                      |                      | Сопствено издање, доступно на <a href="https://ml.matf.bg.ac.rs/readings/ml.pdf">https://ml.matf.bg.ac.rs/readings/ml.pdf</a> | 2019          |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. | Deep Learning                                                                                                                                       |                      | Cambridge: MIT Press                                                                                                          | 2017          |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Trask, A. W.                                | Grokking Deep Learning                                                                                                                              |                      | Manning                                                                                                                       | 2019          |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Lapan, M.                                   | Deep reinforcement learning hands-on: apply modern RL methods, with deep Q-networks, value iteration, policy gradients, TRPO, AlphaGo Zero and more |                      | Birmingham: Packt Publishing                                                                                                  | 2018          |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Ouyang, L., & et al.                        | Training Language Models to Follow Instructions With Human Feedback                                                                                 |                      | arXiv                                                                                                                         | 2022          |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Ben Allal, L. et al.                        | SmolLM2: When Smol Goes Big -- Data-Centric Training of a Small Language Model                                                                      |                      | arXiv                                                                                                                         | 2025          |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                     |                                                                      |                      |                                                   |                                    |          |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|----------|--------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                     | Перцепција, планирање и контрола аутономног возила                   |                      |                                                   |                                    |          |        |
| Ознака предмета: 25.EAI052                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                     |                                                                      |                      |                                                   |                                    |          |        |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                     |                                                                      |                      |                                                   |                                    |          |        |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                     | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет |                      |                                                   |                                    |          |        |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                     | Рачунарска техника и рачунарске комуникације                         |                      |                                                   |                                    |          |        |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                     | Крунић В. Момчило, Ванредни професор                                 |                      |                                                   |                                    |          |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                     | Лукач Н. Жељко, Ванредни професор                                    |                      |                                                   |                                    |          |        |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                     |                                                                      |                      |                                                   |                                    |          |        |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                     | Аудиторне вежбе                                                      | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                               | Остали часови                      |          |        |
| 2.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                     | 0.00                                                                 | 2.00                 | 0.00                                              | 0.00                               |          |        |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                     | Нема                                                                 |                      |                                                   |                                    |          |        |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |                                                                      |                      |                                                   |                                    |          |        |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                     |                                                                      |                      |                                                   |                                    |          |        |
| Упознавање студената са алгоритмима за перцепцију, планирање, контролу и системску интеграцију аутономног возила.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                     |                                                                      |                      |                                                   |                                    |          |        |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                     |                                                                      |                      |                                                   |                                    |          |        |
| Након успешно савладаног предмета студент је оспособљен да разуме, објасни и примени алгоритмиме за перцепцију, планирање, контролу. Осим наведеног, студент је кроз практичну наставу оспособљен да наведене алгоритме integriше у јединствен систем и тестира на наменском хардверу.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                     |                                                                      |                      |                                                   |                                    |          |        |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                     |                                                                      |                      |                                                   |                                    |          |        |
| Преглед система аутономног возила. Основе компјутерске визије. Основе вештачке интелигенције. Примена алгоритама компјутерске визије на проналажење линија на путу. Примена дубоког учења на проналажење линија на путу. Класификовање саобраћајних знакова помоћу дубоког учења. Детекција објеката помоћу фузије сензора. Планирање путање помоћу дубоког учења. Симултана локализација и мапирање - SLAM. Бихевиорално планирање. Предикција понашања објеката на основу фузије сензора. Примена линеарне алгебре у генерисању трајекторија за праћење. Примена дубоког учења у контроли возила помоћу бихевиоралног клонирања. Примена „PID“ контролера у аутономном возилу. Примена „Pure Pursuit“ контролера у аутономном возилу. Примена „Model Predictive Control“ алгоритма у контроли аутономног возила. Системска архитектура аутономног возила. Робот Оперативни Систем – ROS. Autoware софтверски стек отвореног кода за развој аутономних возила. CARLA симулатор за валидацију модула аутономног возила. Имплементација представљених алгоритама аутономног возила у Autoware/ROS окружењу, и валидација решења у CARLA симулатору и наменском хардверу. |                                     |                                                                      |                      |                                                   |                                    |          |        |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                     |                                                                      |                      |                                                   |                                    |          |        |
| Интерактивна предавања, рачунарске вежбе, пројектни задаци, консултације                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                     |                                                                      |                      |                                                   |                                    |          |        |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |                                                                      |                      |                                                   |                                    |          |        |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                     | Обавезна                                                             | Поена                | Завршни испит                                     |                                    | Обавезна | Поена  |
| Одбраћене рачунарске вежбе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                     | Да                                                                   | 20.00                | Писмени део испита - комбиновани задаци и теорија |                                    | Да       | 50.00  |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                     | Да                                                                   | 30.00                |                                                   |                                    |          |        |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                     |                                                                      |                      |                                                   |                                    |          |        |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Аутор-и                             | Наслов                                                               |                      |                                                   | Издавач                            |          | Година |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Matthaei, M. M. R.                  | Autonomous Driving – a top-Down-Approach                             |                      |                                                   | Automatisierungstechnik            |          | 2014   |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Staron, M.                          | Automotive Software Architectures: An Introduction                   |                      |                                                   | Springer International Publishing  |          | 2017   |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Gustafsson, F.                      | Adaptive Filtering and Change Detection                              |                      |                                                   | John Wiley & sons Ltd.             |          | 2000   |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Mitchell, H.                        | Data Fusion: Concepts and Ideas                                      |                      |                                                   | Springer                           |          | 2012   |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Kukolj, D., Bengin, V., & Kulić, F. | Osnovi klasične teorije automatskog upravljanja kroz rešene probleme |                      |                                                   | Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka |          | 1995   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                        |                                                                                     |                      |                                    |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                        | Хуманоидна роботика                                                                 |                      |                                    |                |
| Ознака предмета: 25.EAI049                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                        |                                                                                     |                      |                                    |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                        |                                                                                     |                      |                                    |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                        | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет                |                      |                                    |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                        | Машинско инжењерство<br>Мехатроника, роботика, аутоматизација и интегрисани системи |                      |                                    |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                        | Николић Н. Милутин, Ванредни професор<br>Савић Ж. Срђан, Ванредни професор          |                      |                                    |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                        |                                                                                     |                      |                                    |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                        | Аудиторне вежбе                                                                     | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                | Остали часови  |
| 2.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                        | 0.00                                                                                | 2.00                 | 0.00                               | 0.00           |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                        | Нема                                                                                |                      |                                    |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                                                     |                      |                                    |                |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                        |                                                                                     |                      |                                    |                |
| Циљ овог курса је да се студенти упознају са облашћу хуманоидне роботике пре свега двоножне локомоције. Студенти треба да разумеју основну терминологију и да се упознају са проблематиком двоножног хода. Уз то, студенти треба да науче основе индикатора динамичког баланса хода и начине синтезе двоножног хода.                                                                                                      |                                                        |                                                                                     |                      |                                    |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                        |                                                                                     |                      |                                    |                |
| Студенти су разумели основе двоножне локомоције и у стању су да самостално генеришу роботски ход. Упознати су са начинима моделирања и управљања слободно-летећих механизма, моделирања унилатералних контаката и критеријума њихове стабилности. Кроз практичан рад студенти су оспособљени да самостално управљају роботом и генеришу ход у програмском пакету Матлаб.                                                  |                                                        |                                                                                     |                      |                                    |                |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                        |                                                                                     |                      |                                    |                |
| 1) Основне дефиниције и специфичности подактуираних система<br>2) Кинематика и динамика слободно летећих механизма<br>3) Унилатерални контакти и критеријуми стабилности<br>4) Упроштени модели двоножних робота<br>5) Критеријуми динамичког баланса хода робота<br>6) Методе синтезе роботског хода<br>7) Синтеза покрета помоћу конвексне оптимизације<br>8) Критеријуми динамичког баланса у присуству више контаката |                                                        |                                                                                     |                      |                                    |                |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                        |                                                                                     |                      |                                    |                |
| Настава се изводи кроз предавања, рачунарске вежбе и консултације. Рачунарске вежбе су организоване тако да студенти прођу кроз практичне примере управљања хуманоидним роботима са посебним акцентом на двоножни ход. Поред наведених метода, студенти ће кроз менторски рад бити вођени кроз израду домаћих задатака и обавезног пројекта на крају предмета.                                                            |                                                        |                                                                                     |                      |                                    |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                                                     |                      |                                    |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                        | Обавезна                                                                            | Поена                | Завршни испит                      | Обавезна Поена |
| Пројектни задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                        | Да                                                                                  | 50.00                | Практични део испита - задаци      | Да 50.00       |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                        |                                                                                     |                      |                                    |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Аутор-и                                                | Наслов                                                                              |                      | Издавач                            | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Бабковић, К.                                           | Прилог реализацији општег модела динамике хуманоидних робота                        |                      | Нови Сад: Факултет техничких наука | 2005           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Vukobratovic, M., Borovac, B., Surla, D., & Stokic, D. | Biped Locomotion: Dynamics, Stability, Control and Applications                     |                      | Springer                           | 2012           |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Kajita, S., Hirukawa, H., Harada, K., & Yokoi, K.      | Introduction to Humanoid Robotics                                                   |                      | Springer                           | 2014           |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Harada, K., Yoshida, E., & Yokoi, K.                   | Motion Planning for Humanoid Robots                                                 |                      | Springer                           | 2010           |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Goswami, G., Ambarish, V., & Vadakkepat, P.            | Humanoid Robotics: a Reference                                                      |                      | Springer                           | 2019           |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Siciliano, B., & Khatib, O.                            | Springer handbook of robotics                                                       |                      | Springer                           | 2016           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                           |                                                                              |                     |                                                                  |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                           | Интелигентно управљање ризиком у медицинским подацима                        |                     |                                                                  |                |
| Ознака предмета: 25.EAI050                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                           |                                                                              |                     |                                                                  |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           |                                                                              |                     |                                                                  |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет         |                     |                                                                  |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           | Примењене рачунарске науке и информатика                                     |                     |                                                                  |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                           | Попов Б. Срђан, Редовни професор<br>Иванчевић Д. Владимир, Ванредни професор |                     |                                                                  |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |                                                                              |                     |                                                                  |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Аудиторне вежбе                           | Други облици наставе                                                         | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови                                                    |                |
| 2.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0.00                                      | 2.00                                                                         | 0.00                | 0.00                                                             |                |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                           | Нема                                                                         |                     |                                                                  |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                           |                                                                              |                     |                                                                  |                |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                           |                                                                              |                     |                                                                  |                |
| Овладавање теоријским и практичним знањима из метода и техника интелигентног управљања ризиком у медицинским подацима приликом израде софтверских решења која се заснивају на методама вештачке интелигенције и машинског учења.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                           |                                                                              |                     |                                                                  |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           |                                                                              |                     |                                                                  |                |
| Студенти су разумели значај примене метода интелигентног управљања ризиком на медицинске податке у ситуацијама остварења хазарда и деловања у кризним ситуацијама. Студенти су оспособљени да управљају подацима у кризним ситуацијама које захтевају медицинске податке. Студенти умеју да препознају проблеме и да примене и повежу стечена знања у пракси приликом израде софтверских решења за потребе медицине који се заснивају на вештачкој интелигенцији и примени машинског учења.                                                                                                                                                                                        |                                           |                                                                              |                     |                                                                  |                |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                           |                                                                              |                     |                                                                  |                |
| Интелигентни поглед на мултихазардне ситације из аспекта медицинских података. Типологија података. Структуре података специфичне за медицинске и мултидимензионалне податке. Интеграција хетерогених, анахроних и података из наслеђених система. Интероперабилност медицинских података и довођење у заједнички контекст (просторни, временски, контекст инстанце ризика). Идентификација, процена и приоритизација ризика. Примена механизма за ублажавање ризика. Праћење промене и информисање заинтересованих страна о одговору на ризик. Ситуациона свесност и надгледање ризика. Дизајн и примена архитектуре ИРМ (Integrated risk management) решења (IRMS- IRM Solution) |                                           |                                                                              |                     |                                                                  |                |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                           |                                                                              |                     |                                                                  |                |
| Облици извођења наставе су: предавања, рачунарске вежбе, самостална израда пројекта и консултације. Предавања се изводе уз презентације. Праћена су рачунарским вежбама и дискусијама актуелних решења и технологија. Рачунарске вежбе се одржавају у лабораторијама катедре за Примењене рачунарске науке. Предиспитне обавезе подразумевају активно учествовање у задацим на раунарским вежбама у току семестра и обавезну израду и усмену одбрану пројекта на крају семестра. Услов за излазак на испит је остварених више од 35 бодова из предиспитних обавеза. Усмени испит ће се полагати у редовним испитним роковима.                                                      |                                           |                                                                              |                     |                                                                  |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                           |                                                                              |                     |                                                                  |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                           | Обавезна                                                                     | Поена               | Завршни испит                                                    | Обавезна Поена |
| Одбрањене рачунарске вежбе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                           | Да                                                                           | 20.00               | Усмени део испита                                                | Да 30.00       |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                           | Да                                                                           | 50.00               |                                                                  |                |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                           |                                                                              |                     |                                                                  |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Аутор-и                                   | Наслов                                                                       |                     | Издавач                                                          | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Brass, P.                                 | Advanced Data Structures                                                     |                     | Cambridge University Press                                       | 2008           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Gospodinov, E., Burnham, G., & et al.     | Public Health Guide in Emergencies                                           |                     | International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies | 2008           |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Evans, K. S., & Wang, E. B.               | Data Analysis and Integration in Healthcare                                  |                     | IGI Global                                                       | 2019           |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | World Health Organization                 | Emergency Response Framework                                                 |                     | WHO                                                              | 2013           |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Pezoulas, V. Exarchos, T., & Fotiadis, D. | Medical Data Sharing, Harmonization and Analytics                            |                     | Academic Press                                                   | 2020           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                |                                                                      |                      |                                                              |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                | Когнитивна графика у медицини                                        |                      |                                                              |                |
| Ознака предмета: 25.EAI057                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |                                                                      |                      |                                                              |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                |                                                                      |                      |                                                              |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет |                      |                                                              |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                | Примењене рачунарске науке и информатика                             |                      |                                                              |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                | Иветић В. Драган, Редовни професор<br>Врбашки В. Дуња, Доцент        |                      |                                                              |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                                                                      |                      |                                                              |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                | Аудиторне вежбе                                                      | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                                          | Остали часови  |
| 2.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                | 0.00                                                                 | 2.00                 | 0.00                                                         | 0.00           |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                | Нема                                                                 |                      |                                                              |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                |                                                                      |                      |                                                              |                |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                |                                                                      |                      |                                                              |                |
| Упознавање са врстама медицинских слика и напредним алгоритмима рачунарске графике који омогућавају ефикасну и информативну визуелизацију за медицинске практичаре. Посебан акценат ставља се на алгоритме обраде медицинских слика засноване на машинском учењу и на интеграцију вештачке интелигенције у системе за медицинску графику и визуелизацију.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                |                                                                      |                      |                                                              |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                |                                                                      |                      |                                                              |                |
| Студенти стечена знања и вештине за прихват и обраду медицинских података (пре свега визуелним) самостално примењују у реализацији софтверских решења заснованих на машинском учењу. Оспособљени су за идентификацију, одабир и употребу алгоритама вештачке интелигенције за генерисања графичких приказа велике употребљивости у многим медицинским специјалностима и контекстима клиничке праксе и истраживања.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                |                                                                      |                      |                                                              |                |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |                                                                      |                      |                                                              |                |
| Карактеристике, креирање и складиштење медицинских слика различитих модалитета.<br>Алгоритми обраде медицинских слике за примену у машинском учењу и системима вештачке интелигенције.<br>Методе волуметријског моделовања.<br>Интерактивност у медицинским приказима: манипулација објектима, мерење, лабелисање, навигација кроз волуметријске податке.<br>Практични примери графичке визуелизације васкуларних система, виртуелне ендоскопије, когнитивни прикази, компјутерски подржана хирургија, медицинска симулација.<br>Интеграција визуелизације са AI модулима: класификација, сегментација, детекција аномалија, мултимодални модели.<br>Етика, безбедност и поузданост визуелних система заснованих на медицинским подацима.       |                                                                |                                                                      |                      |                                                              |                |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                |                                                                      |                      |                                                              |                |
| Настава се реализује кроз предавања, рачунарске вежбе и консултације.<br>На предавањима се обрађују теоријски темељи медицинске слике и савремене технике рачунарске графике кроз дискусију примера из праксе, са посебним нагласком на начин на који се алгоритми обраде, визуелизације и вештачке интелигенције интегришу у процесе клиничке анализе и презентације медицинских података.<br>На рачунарским вежбама студенти кроз практичне задатке примењују обрађене концепте и развијају интерактивне визуелне приказе медицинских података.<br>Настава подстиче проблемски и истраживачки оријентисано учење кроз самостални пројекат којим студенти интегришу различите технике обраде и визуелизације у функционално софтверско решење. |                                                                |                                                                      |                      |                                                              |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                |                                                                      |                      |                                                              |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                | Обавезна                                                             | Поена                | Завршни испит                                                | Обавезна Поена |
| Домаћи задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                | Да                                                                   | 20.00                | Усмени део испита                                            | Да 15.00       |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                | Да                                                                   | 50.00                | Презентација и завршна одбрана пројекта                      | Да 15.00       |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                |                                                                      |                      |                                                              |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Аутор-и                                                        | Наслов                                                               |                      | Издавач                                                      | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Porcher Nedel, L., Harb Manssour, I., Dal Sasso Freitas, C. M. | Computer Graphics & Medicine                                         |                      | Instituto de Informatica UFRGS                               | 1999           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Preim, B., & Botha, C. P.                                      | Visual Computing for Medicine: Theory, Algorithms, and Applications  |                      | The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics, 2nd Edition | 2013           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |                                                                                                      |                                                                 |                                      |        |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и                                                                                              | Наслов                                                          | Издавач                              | Година |
| 3          | Akenine-Möller, T.,<br>Haines, E., & Hoffman,<br>N.                                                  | Real-Time Rendering                                             | CRC Press                            | 2018   |
| 4          | Vidal, F. P., Bello, F.,<br>Brodie, K. W., John, N.<br>W., Gould, D., Phillips,<br>R., & Avis, N. J. | Principles and Applications of Computer<br>Graphics in Medicine | Computer Graphics forum              | 2006   |
| 5          | Rea, P. M.                                                                                           | Biomedical Visualisation                                        | Springer International<br>Publishing | 2019   |
| 6          | Paulsen, R. R., &<br>Moeslund, T. B.                                                                 | Introduction to Medical Image Analysis                          | Springer                             | 2020   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                       |                 |                                                                      |                     |               |  |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------|--|
| Наставни предмет                      |                 | Платформе за индустријску примену алгоритама вештачке интелигенције  |                     |               |  |
| Ознака предмета: 25.EAI024            |                 |                                                                      |                     |               |  |
| Број ЕСПБ: 6                          |                 |                                                                      |                     |               |  |
| Програм(и) у којем се изводи          |                 | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет |                     |               |  |
| УНО предмета                          |                 | Аутоматика и управљање системима                                     |                     |               |  |
| Наставници:                           |                 | Вукмировић М. Срђан, Редовни професор                                |                     |               |  |
| Број часова активне наставе (недељно) |                 |                                                                      |                     |               |  |
| Предавања                             | Аудиторне вежбе | Други облици наставе                                                 | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |  |
| 2.00                                  | 0.00            | 2.00                                                                 | 0.00                | 0.00          |  |
| Предмети предуслови                   |                 | Нема                                                                 |                     |               |  |

Услови:

#### 1. Образовни циљ:

Студенти ће бити оспособљени да имплементирају АИ алгоритме ослањајући се на модерне софтверске платформе, пре свега Cloud системе. Биће упознати са постојећим хардверским платформама заснованим на компонентама за паметне телефоне, који су основ за АИ решења у уређајима који се налазе на ивици између физичког и рачунарског система (Edge devices). Биће упознати са захтевима који се пред АИ платформе данас постављају, те оспособљени да испуњеност тих захтева оцене и квантификују: вишекориснички рад, перформансе, комуникације, итд. Коначно, студенти ће, кроз анализу захтева, бити оспособљени да имплементирају одговарајуће Цлоуд решења (посебан осврт на AWS и Azure), те да решења заснована на Tensorflow библиотеци искористе у високо-дистрибуираним системима

#### 2. Исходи образовања (Стечена знања):

Студент је оспособљен да стечена знања непосредно примени у имплементацији савремених решења у Cloud окружењу. Студент је стекао исцрпна и савремена знања из области платформи за индустријску примену АИ решења. Студенти је способан да пројектује и имплементира систем који се састоји из сензора и серверских компоненти и да у таквом окружењу примени решења базирана на вештачкој интелигенцији и машинском учењу.

#### 3. Садржај/структура предмета:

- 1) Архитекура решења са паметним уређајима
- 2) Сензори у решењима са паметним уређајима
- 3) Прорачуни у решењима са паметним уређајима
- 4) Како постићи високе перформансе
- 5) Прорачуни на страни сервера (у облаку);
- 6) Високе перформансе на страни сервера
- 7) Прорачуни на страни сервера
- 8) Прилагођавање АИ алгоритама раду на паметним уређајима
- 9) Прилагођавање АИ алгоритама раду на модерним серверским платформама
- 10) Тестирање решења са краја на крај
- 11) Повећање укупних перформанси система

#### 4. Методе извођења наставе:

Предавања; Рачунарске вежбе; Консултације. Менторски рад кроз израду домаћих задатака и обавезног пројекта на крају предмета.

Практична настава ће се на предмету обављати двојачко: на рачунарским вежбама и кроз самосталне пројекте. У извођењу практичне наставе користиће се Microsoft .NET (програмски језик C#), као и провајдери Cloud сервиса AWS и Microsoft Azure. Кроз практичну наставу, студенти ће самостално пројектовати интелигентне софтверске системе и имплементирати пројектоване системе уз ослонац на комерцијалне Cloud сервисе. Кроз низ практичних примера, студенти ће бити оспособљени да оптимизују рад и максимизују перформансе имплементираних система, те да успешно интегришу Cloud сервисе са сервисима и обрадама које се врше на паметним (Edge) уређајима.

#### Оцене знања (максимални број поена 100)

| Предиспитне обавезе | Обавезна | Поена | Завршни испит         | Обавезна | Поена |
|---------------------|----------|-------|-----------------------|----------|-------|
| Домаћи задатак      | Да       | 5.00  | Завршни испит - 1 део | Да       | 30.00 |
| Домаћи задатак      | Да       | 5.00  | Завршни испит - 2 део | Да       | 20.00 |
| Домаћи задатак      | Да       | 5.00  |                       |          |       |
| Домаћи задатак      | Да       | 5.00  |                       |          |       |
| Предметни пројекат  | Да       | 30.00 |                       |          |       |

#### Литература

| Р.бр. | Аутор-и | Наслов                                                                                                                                              | Издавач          | Година |
|-------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------|
| 1     | Lea, P. | IoT and Edge Computing for Architects: Implementing Edge and IoT Systems from Sensors to Clouds with Communication Systems, Analytics, and Security | Packt Publishing | 2020   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |            |                                                    |                |        |
|------------|------------|----------------------------------------------------|----------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и    | Наслов                                             | Издавач        | Година |
| 2          | Wilder, B. | Cloud Architecture Patterns: Using Microsoft Azure | O'Reilly Media | 2012   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                            |                                                                      |                     |                                                                                                                                                          |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                            | Машинско учење са графовима                                          |                     |                                                                                                                                                          |        |
| Ознака предмета: 25.EAI038                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                            |                                                                      |                     |                                                                                                                                                          |        |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                            |                                                                      |                     |                                                                                                                                                          |        |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                            | ЕАИ - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет |                     |                                                                                                                                                          |        |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                            | Примењене рачунарске науке и информатика                             |                     |                                                                                                                                                          |        |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            | Марковић М. Марко, Ванредни професор                                 |                     |                                                                                                                                                          |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                            | Сливка Ј. Јелена, Редовни професор                                   |                     |                                                                                                                                                          |        |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                            |                                                                      |                     |                                                                                                                                                          |        |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Аудиторне вежбе            | Други облици наставе                                                 | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови                                                                                                                                            |        |
| 2.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0.00                       | 2.00                                                                 | 0.00                | 0.00                                                                                                                                                     |        |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                            | Нема                                                                 |                     |                                                                                                                                                          |        |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                            |                                                                      |                     |                                                                                                                                                          |        |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                            |                                                                      |                     |                                                                                                                                                          |        |
| Упознавање студената са методама и алгоритмима за анализу података структурираних у облику графова. Предмет има за циљ да премости јаз између теорије графова и савремених техника дубоког учења. Студенти ће изучити концепте репрезентативног учења, са фокусом на графовске неуронске мреже, и оспособити се за решавање реалних проблема као што су класификација чворова, предвиђање веза и класификација целих графова.                                                                                                                        |                            |                                                                      |                     |                                                                                                                                                          |        |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                            |                                                                      |                     |                                                                                                                                                          |        |
| Након успешно савладаног предмета, студент ће бити у стању да:<br>Разуме и формализује проблеме машинског учења на подацима структурираним у облику графова.<br>Примени технике дистрибуиране репрезентације чворова (енг. Node Embeddings) као што су DeepWalk и Node2Vec.<br>Објасни и имплементира фундаменталне архитектуре графовских неуронских мрежа.<br>Користи савремене библиотеке за имплементацију модела.<br>Евалуира перформансе модела на задацима класификације, регресије и кластеровања на графовима.                              |                            |                                                                      |                     |                                                                                                                                                          |        |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                            |                                                                      |                     |                                                                                                                                                          |        |
| Увод и математичке основе. Традиционалне методе машинског учења на графовима. Репрезентативно учење. DeepWalk и Node2Vec технике репрезентације чворова. Увод у графовске неуронске мреже. Механизам прослеђивања порука. Графовске конволутивне неуронске мреже. Индуктивно учење. Механизам пажње са графовима. Експресивност мрежа. Хетерогени графови и предвиђање веза. Системи препоруке. Генеративни модели за графове. Велики језички модели и графовске неуронске мреже. Агенти и графови.                                                  |                            |                                                                      |                     |                                                                                                                                                          |        |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            |                                                                      |                     |                                                                                                                                                          |        |
| Настава се реализује кроз предавања, рачунарске вежбе и самостални рад студената. На предавањима се обрађују кључни концепти и теоријске основе, док се на вежбама ти концепти практично имплементирају. Предметни пројекат обухвата избор реалног проблема, његову формулацију, имплементацију и евалуацију решења. Теоријски део испита се полаже писањем извештаја о пројекту у ком се описују мотивација, теоријске основе, детаљи имплементације и резултати евалуације имплементiranог решења предметног пројекта и усменом одбраном пројекта. |                            |                                                                      |                     |                                                                                                                                                          |        |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                            |                                                                      |                     |                                                                                                                                                          |        |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                            | Обавезна                                                             | Поена               | Завршни испит                                                                                                                                            |        |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                            | Да                                                                   | 70.00               | Презентација и завршна одбрана пројекта                                                                                                                  |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                            |                                                                      |                     | Да                                                                                                                                                       | 30.00  |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                            |                                                                      |                     |                                                                                                                                                          |        |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Аутор-и                    | Наслов                                                               |                     | Издавач                                                                                                                                                  | Година |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Николић, М., & Зечевић, А. | Машинско учење                                                       |                     | Сопствено издање, доступно на <a href="https://ml.matf.bg.ac.rs/readings/ml.pdf">https://ml.matf.bg.ac.rs/readings/ml.pdf</a>                            | 2019   |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Цветковић, Д.              | Теорија графова и њене примене                                       |                     | Београд: Научна књига                                                                                                                                    | 1977   |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Hamilton, W. L.            | Graph Representation Learning                                        |                     | McGill University                                                                                                                                        | 2020   |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Ma, Y., & Tang, J.         | Deep Learning on Graphs                                              |                     | Cambridge University Press, доступно на: <a href="https://yaoma24.github.io/dlg_book/dlg_book.pdf">https://yaoma24.github.io/dlg_book/dlg_book.pdf</a> . | 2021   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|---------------|--------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         | Интелигентни управљачки системи                                      |                      |                       |               |        |
| Ознака предмета: 25.EAI047                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         | ЕАИ - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет |                      |                       |               |        |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         | Аутоматика и управљање системима                                     |                      |                       |               |        |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         | Кулић Ј. Филип, Редовни професор                                     |                      |                       |               |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         | Бугарски Д. Владимир, Доцент                                         |                      |                       |               |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         | Чонградац Д. Велимир, Редовни професор                               |                      |                       |               |        |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         | Аудиторне вежбе                                                      | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР   | Остали часови |        |
| 2.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         | 0.00                                                                 | 2.00                 | 0.00                  | 0.00          |        |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         | Нема                                                                 |                      |                       |               |        |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| Овладавање студената системима аутоматског управљања базираним на методама рачунарске (вештачке) интелигенције. Оспособљавање студената за теоријско разумевање и практично решавање проблема интелигентног управљања, те алгоритамску имплементацију фази (енг. fuzzy) и неуро регулатора, експертских система и система за подршку у одлучивању. Оспособљавање студената за праћење савремене литературе из ове области, те даљи, самосталан стручни и научно-истраживачки рад.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| Сва стечена знања студент могу се користити у решавању конкретних инжењерских проблема. Студент је стекао фундаментална и савремена знања, неопходна за пројектовање и имплементацију интелигентних система управљања. Студент је научио да препозна проблеме у којима су интелигентни регулатори супериорнији у односу на конвенционалне регулаторе, да изабере одговарајућу структуру регулатора за сваки тип проблема, подесе и оптимизују параметре регулатора, те да имплементирају одговарајућа решења у програмским језицима Matlab и Python. Стекли су практична знања о функционисању и реализацији виртуално-физичких система (Cyber Physical Systems), те могућностима примене вештачке интелигенције у њима. Студент је способан да прати савремену литературу из области, те да се самостално упушта у даљи научно-истраживачки рад. |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| 1) Теоријски концепти расплнуте (фази - Fuzzy) логике: фази скупови и функције припадности. Лингвистичке променљиве, принцип проширења, фази релације и композиције, фази правила, фазификација и дефазификација, фази системи одлучивања;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| 2) Фази системи закључивања (Mamdani, Larsen, Tsukamoto, Takagi-Sugeno-Kang);                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| 3) Фази регулатори;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| 4) Фази системи за подршку у одлучивању настали на основу искуства експерата;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| 5) Оптимизација параметара интелигентних система применом генетских алгоритама и алгоритама заснованим на роју честица;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| 6) Системи за подршку у одлучивању засновани на вештачким неуронским мрежама;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| 7) Неурорегулатори;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| 8) "Неуро-фази" системи: комбиновање фази логике и неуронских мрежа у управљању;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| 9) Пројектовање класичних и неуро-фази регулатора;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| 10) Индустрijske примене интелигентних регулатора. Типови управљања (директни регулатор, управљање на вишем нивоу, адаптација параметара конвенционалних регулатора и интервенције интелигентних регулатора);                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| 11) Основни концепти виртуално-физичких система и примена вештачке интелигенције у њима.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| Предавања; Рачунарске вежбе; Консултације. Менторски рад кроз израду домаћих задатака и обавезног пројекта на крају предмета.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| Практична настава на предмету ће бити извођена кроз рачунарске вежбе, израду домаћих задатака и кроз обавезни завршни пројекат. По садржају, практична настава ће пратити концепте покривене теоријском наставом. Системи управљања које студенти буду пројектовали и имплементирали у оквиру завршних пројеката биће тестирани на лабораторијским пилот-постројењима.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         | Обавезна                                                             | Поена                | Завршни испит         | Обавезна      | Поена  |
| Домаћи задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         | Да                                                                   | 5.00                 | Завршни испит - 1 део | Да            | 30.00  |
| Домаћи задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         | Да                                                                   | 5.00                 | Завршни испит - 2 део | Да            | 20.00  |
| Домаћи задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         | Да                                                                   | 5.00                 |                       |               |        |
| Домаћи задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         | Да                                                                   | 5.00                 |                       |               |        |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         | Да                                                                   | 30.00                |                       |               |        |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |                                                                      |                      |                       |               |        |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Аутор-и | Наслов                                                               |                      | Издавач               |               | Година |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |                                       |                                                                         |                |        |
|------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и                               | Наслов                                                                  | Издавач        | Година |
| 1          | Feng, G.                              | Analysis and Synthesis of Fuzzy Control Systems: A Model-Based Approach | CRC Press      | 2010   |
| 2          | Alavala, C. R.                        | Fuzzy Logic and Neural Networks - Basic Concepts & Applications         | New Age        | 2008   |
| 3          | Hooda, D. S., & Raich, V.             | Fuzzy Logic Models and Fuzzy Control - An Introduction                  | Alpha Science  | 2017   |
| 4          | Liu, J.                               | Intelligent Control Design and MATLAB Simulation                        | Springer       | 2018   |
| 5          | Rajkumar, R., de Niz, D., & Klein, M. | Cyber-Physical Systems                                                  | Addison-Wesley | 2017   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Говорна комуникација човек-машина                                       |                      |                      |               |
| Ознака предмета: 25.EK570                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                         |                      |                      |               |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                         |                      |                      |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | Е10 - Енергетика, електроника и телекомуникације (МАС), Изборни предмет |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | ЕАI - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет    |                      |                      |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | Телекомуникације и обрада сигнала                                       |                      |                      |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | Делић Д. Владо, Редовни професор<br>Сечујски С. Милан, Редовни професор |                      |                      |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                         |                      |                      |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Аудиторне вежбе                                                         | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР  | Остали часови |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | 0.00                                                                    | 2.00                 | 0.00                 | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | Нема                                                                    |                      |                      |               |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                         |                      |                      |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                         |                      |                      |               |
| Циљ предмета је да прошири мултидисциплинарна знања студената на којима се заснива говорна комуникација човека и машине, надовезујући се на знања стечена на претходним нивоима студија. Говорне технологије, базиране на вештачкој интелигенцији и машинском учењу, омогућавају развој напредних говорних интерфејса за паметне телефоне, рачунаре, роботе, паметне куће, преводиоце и говорне агенте. Да би се разумеле основе алгоритама за аутоматско препознавање говора, говорника и емоција, као и за синтезу говора из текста, неопходно је детаљно упознати карактеристике говорног сигнала, његове акустичке и лингвистичке моделе с аспекта продукције и перцепције говора. Крајњи циљ је да се, поред теоријског упознавања са алгоритмима и архитектурама, студенти оспособе за примену софтверских алата за обраду говорних сигнала и развој говорних технологија, као и за практичан рад на апликацијама говорне комуникације.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                         |                      |                      |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                         |                      |                      |               |
| По завршетку курса, студенти су способни да, користећи стечено знање о продукцији, перцепцији и карактеристикама говорног сигнала, самостално анализирају, развијају и тестирају алгоритме машинског учења за: 1) Аутоматско препознавање говора (ASR), 2) Синтезу говора из текста (TTS), 3) Препознавање говорника и емоција у говору.<br>Ова способност обухвата практичне вештине за: (1) развој и примену говорних технологија, (2) снимање и обраду база говорних сигнала, и (3) евалуацију и поређење перформанси ASR и TTS алгоритама. Студенти стичу и систематски увид у могућности савремених ASR и TTS система, дијалогских машина и алата за развој апликација, што их чини спремним да дају стручне доприносе у овој динамичној области.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                         |                      |                      |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                         |                      |                      |               |
| 1.Увод: Говорне технологије (ASR и TTS) – ретроспектива, перспективе и терминологија.<br>2.Основе говора: Продукција и перцепција говора, природа и карактеристике гласова (лабелирање).<br>3.Говорни сигнал: Предобрада и екстракција обележја (LPC, MFCC, PLP, t-f приказ).<br>4.Моделовање језика: Од класичних (n-грам) до савремених приступа (LLM).<br>5.Кључни модели: Скривени Марковљеви модели (HMM) и вештачке неуронске мреже (ANN/DNN).<br>6.Промена парадигме за ASR: Од модуларног приступа на бази HMM (акустички, лексички и језички модели) до end-to-end концепта на бази DNN.<br>7.Обука ASR система на бази HMM: Процедуре (GMM, k-means, VQ, Baum-Welch).<br>8.Декодовање у ASR на бази HMM: Алгоритми (Viterbi, Token-passing, N-best).<br>9.DNN у моделовању: Акустичко и језичко моделовање помоћу DNN.<br>10.Синтеза говора (TTS): Језичка обрада текста, методе синтезе (конкатенативне, параметарске, end-to-end).<br>11.Савремене архитектуре: Преглед најновијих ASR и TTS система.<br>12.Адаптација ASR и TTS модела за језике с мало ресурса: методе адаптације и примена вишејезичких LLM.<br>13.Препознавање говорника: Аутоматска и форензичка идентификација, клонирање гласа и детекција вештачки генерисаног говора.<br>14.Дијалогски системи: Управљање дијалогом (DM), разумевање говора (SLU), интеграција са LLM. |  |                                                                         |                      |                      |               |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                         |                      |                      |               |
| Настава се изводи кроз:<br>• Предавања подржана PowerPoint презентацијама са аудио-видео прилозима (доступним у .pdf формату).<br>• Практичне вежбе у Лабораторији за акустику и говорне технологије (HTP-122) и у глувој соби на УНС.<br>• Заједнички пројектни рад у мањим групама, као предиспитна обавеза.<br>• Израда и одбрана семестралног рада (такође предиспитна обавеза), који може послужити као основа за дипломски-мастер рад.<br>• Коришћење портала Катедре ( <a href="https://moodle.telekom.ftn.uns.ac.rs/">https://moodle.telekom.ftn.uns.ac.rs/</a> ) за самостални рад, материјале и комуникацију.<br>• Завршни испит којим се проверава целокупно стечено знање са курса.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                         |                      |                      |               |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | Обавезна                                                                | Поена                | Завршни испит        |               |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | Да                                                                      | 50.00                | Теоријски део испита |               |
| Семинарски рад                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Да                                                                      | 20.00                |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                         |                      |                      |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | </                                                                      |                      |                      |               |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |                                     |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                 |        |
|------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и                             | Наслов                                                                                                                                                                      | Издавач                                                                                                                                                                         | Година |
| 1          | Jovičić, S.                         | Govorna komunikacija: fiziologija, psihoakustika i percepcija                                                                                                               | Nauka                                                                                                                                                                           | 1999   |
| 2          | Делић, В.                           | Монографске публикације: „Достигнућа у развоју говорних и језичких технологија базираних на вештачкој интелигенцији“                                                        | Матица српска                                                                                                                                                                   | 2024   |
| 3          | Делић, В.                           | Аудио-издање уџбеника и презентација у оквиру ЦАБУНС-а                                                                                                                      | Универзитет у Новом Саду, ЦАБУНС:<br><a href="http://cab.uns.ac.rs/">http://cab.uns.ac.rs/</a>                                                                                  | 2018   |
| 4          | Jurafsky, D., & Martin, J. H.       | Speech and Language Processing; An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition with Language Models; Third Edition draft | Stanford University, Available at:<br><a href="https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/ed3bookaug20_2024.pdf">https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/ed3bookaug20_2024.pdf</a> | 2024   |
| 5          | Kamath, U., Liu, J., & Whitaker, J. | Deep Learning for NLP and Speech Recognition                                                                                                                                | Springer                                                                                                                                                                        | 2019   |
| 6          | Yu, D., & Deng, L.                  | Automatic Speech Recognition – A Deep Learning Approach                                                                                                                     | Springer                                                                                                                                                                        | 2015   |
| 7          | Taylor, P.                          | Text-to-Speech Synthesis                                                                                                                                                    | Cambridge University Press                                                                                                                                                      | 2009   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |               |                                                                                                                                                 |                      |                               |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               | Компресија и оптимизација дубоких неуронских мрежа                                                                                              |                      |                               |               |
| Ознака предмета: 25.EK601                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |               |                                                                                                                                                 |                      |                               |               |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |               |                                                                                                                                                 |                      |                               |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |               | Е10 - Енергетика, електроника и телекомуникације (МАС), Изборни предмет<br>ЕА1 - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет |                      |                               |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |               | Телекомуникације и обрада сигнала                                                                                                               |                      |                               |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |               | Симић Б. Никола, Доцент                                                                                                                         |                      |                               |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |                                                                                                                                                 |                      |                               |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |               | Аудиторне вежбе                                                                                                                                 | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР           | Остали часови |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |               | 0.00                                                                                                                                            | 2.00                 | 0.00                          | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |               | Нема                                                                                                                                            |                      |                               |               |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |                                                                                                                                                 |                      |                               |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               |                                                                                                                                                 |                      |                               |               |
| Циљ предмета је стицање теоријских и практичних знања о ефикасном дизајну, оптимизацији и примени дубоких неуронских мрежа за решавање проблема у свету који нас окружује. Студенти ће разумети савремене архитектуре, технике смањења сложености модела (попут квантизације, прунинга и дестилације знања), као и начин примене ових техника на уређаје са ограниченим хардверским ресурсима, укључујући IoT и мобилне платформе. Студенти ће развити способност да аналитички процењују сложеност и ресурсе потребне за рад модела, оптимизују моделе за различите домене (рачунарски вид, говор, велики језички модели), користе савремене програмске оквири и развојна окружења, планирају и реализују експерименталне пројекте и разумеју савремене трендове и напредне технике у машинском и дистрибуираном учењу. |               |                                                                                                                                                 |                      |                               |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |                                                                                                                                                 |                      |                               |               |
| Након завршетка овог курса, студенти ће разумети принципе рада савремених дубоких неуронских мрежа, препознајући изазове у њиховој имплементацији. Студенти ће бити способни да примене технике оптимизације и компресије модела како би смањили његову сложеност и захтеве приликом хардверске имплементације као и да имплементирају оптимизоване моделе на уређајима са ограниченим ресурсима. Поседоваће практичне вештине за рад са савременим програмским оквирима и развојним окружењима. Такође, студенти ће бити оспособљени за планирање и израду пројектних задатака и моћи ће да разумеју савремене трендове и ићи у корак са даљим развојем техника.                                                                                                                                                        |               |                                                                                                                                                 |                      |                               |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |               |                                                                                                                                                 |                      |                               |               |
| Теоријска настава: Дубоке неуронске мреже - кратка историја, савремене архитектуре, изазови имплементацији и мотивација; теорија квантизације; прунинг и ретка репрезентација модела; дестилација знања - пренос знања са великих модела на мале моделе; комплексност модела - хардверски захтеви и проток података у мрежи; оптимизација модела за IoT уређаје са ограниченим ресурсима; развојна окружења и програмски оквири; оптимизација и компресија савремених архитектура неуронских мрежа; оптимизација модела у специфичним доменима - рачунарски вид, говор, велики језички модели; основи паралелизације и дистрибуираног учења; напредни методи и правци истраживања.                                                                                                                                       |               |                                                                                                                                                 |                      |                               |               |
| Рачунарске вежбе: Студенти ће кроз практичан рад оптимизовати различите моделе дубоких неуронских мрежа који прате предавања и анализирати њихове перформансе пре и после оптимизације и компресије. Упознаће се са радом у савременим програмским оквирима отвореног кода који омогућавају ефикасну имплементацију модела. На вежбама ће бити уведени у све аспекте самосталних пројектних задатака које ће реализовати индивидуално или у мањим групама.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |               |                                                                                                                                                 |                      |                               |               |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |               |                                                                                                                                                 |                      |                               |               |
| Предавања се изводе уз бројне мултимедијалне PowerPoint презентације. Предавања су праћена рачунарским вежбама и консултацијама. Предиспитне обавезе обухватају самосталну презентацију студената и предметни пројекат у коме ће студенти практично радити на оптимизацији и имплементацији модела у специфичним доменима.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |               |                                                                                                                                                 |                      |                               |               |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |                                                                                                                                                 |                      |                               |               |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |               | Обавезна                                                                                                                                        | Поена                | Завршни испит                 |               |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |               | Да                                                                                                                                              | 40.00                | Теоријски део испита          |               |
| Презентација                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |               | Да                                                                                                                                              | 10.00                |                               |               |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |               |                                                                                                                                                 |                      |                               |               |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Аутор-и       | Наслов                                                                                                                                          |                      | Издавач                       | Година        |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Nagy, Z.      | Основе вештачке интелигенције и машинског учења                                                                                                 |                      | Београд: Компјутер библиотека | 2019          |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Géron, A.     | Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow                                                                                      |                      | O'Reilly Media                | 2017          |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Trask, A. W.  | Grokking Deep Learning                                                                                                                          |                      | Manning                       | 2019          |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Murphy, K. P. | Probabilistic Machine Learning An Introduction                                                                                                  |                      | MIT Press                     | 2022          |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |                                             |                                        |                           |        |
|------------|---------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и                                     | Наслов                                 | Издавач                   | Година |
| 5          | Zhang, B., Wang, T., Xu, S., & Doermann, D. | Neural Networks with Model Compression | Springer Nature Singapore | 2024   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                              |                                                                                                                                                 |                     |                            |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                              | Когнитивни радио                                                                                                                                |                     |                            |                |
| Ознака предмета: 25.EK554                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                              |                                                                                                                                                 |                     |                            |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                              |                                                                                                                                                 |                     |                            |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                              | Е10 - Енергетика, електроника и телекомуникације (МАС), Изборни предмет<br>ЕАI - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет |                     |                            |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                              | Телекомуникације и обрада сигнала                                                                                                               |                     |                            |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                              | Наранџић М. Милан, Ванредни професор                                                                                                            |                     |                            |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                              |                                                                                                                                                 |                     |                            |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Аудиторне вежбе                                                                              | Други облици наставе                                                                                                                            | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови              |                |
| 2.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1.00                                                                                         | 2.00                                                                                                                                            | 0.00                | 0.00                       |                |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                              | Нема                                                                                                                                            |                     |                            |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                              |                                                                                                                                                 |                     |                            |                |
| 1. Образовни циљ:<br>Упознавање са основним концептима паметног радија који свој рад прилагођава постојећој ситуацији у окружењу. Стисцање основних знања о неопходним елементима когнитивног радија: динамичкој употреби спектра, ослушкивању емисија и софтверској (програмабиног) имплементацији радио-примопредајника.                                                                                                     |                                                                                              |                                                                                                                                                 |                     |                            |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):<br>Након успешног завршетка предмета, студент ће моћи да: објасни концепт и архитектуру паметног (когнитивног) радија; идентификује постојеће системе и расположиву технологију; користи SDR платформу за имплементацију примопредајника; сачини когнитивни примопредајник са основном функционалношћу; одабере одговарајуће алгоритме за реализацију појединачних функционалних делова. |                                                                                              |                                                                                                                                                 |                     |                            |                |
| 3. Садржај/структура предмета:<br>Основни концепти паметног (когнитивног) радија. Софтверски дефинисан радио као полазна платформа за когнитивни радио. Пропагациона ограничења везана за когнитивни радио. Надгледање и употреба спектра. Архитектура когнитивног радија. Технике избегавања интерференције при паралелном раду. Капацитет когнитивне радио мреже. Основни аспекти лоцирања и мапирања радио окружења.        |                                                                                              |                                                                                                                                                 |                     |                            |                |
| 4. Методе извођења наставе:<br>Предавања, рачунарске и лабораторијске вежбе. Индивидуални рад (истраживања и пројекти) и активно учење.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                              |                                                                                                                                                 |                     |                            |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                              |                                                                                                                                                 |                     |                            |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                              | Обавезна                                                                                                                                        | Поена               | Завршни испит              | Обавезна Поена |
| Одбрањене лабораторијске вежбе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                              | Да                                                                                                                                              | 20.00               | Теоријски део испита       | Да 30.00       |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                              | Да                                                                                                                                              | 50.00               |                            |                |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                              |                                                                                                                                                 |                     |                            |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Аутор-и                                                                                      | Наслов                                                                                                                                          |                     | Издавач                    | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Fette, B.                                                                                    | Cognitive Radio Technology, 2nd Ed.                                                                                                             |                     | Academic Press             | 2009           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Sithampanathan, K., & Giorgetti, A.                                                          | Cognitive Radio Techniques: Spectrum Sensing, Interference Mitigation and Localization                                                          |                     | Artech House               | 2012           |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Kalidoss, R., Bhagyaveni, M. A., & Vishvaksean, K. S.                                        | Cognitive Radio - An Enabler for Internet of Things                                                                                             |                     | River Publishers           | 2017           |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Rondeau, T. W., & Bostian, C. W.                                                             | Artificial Intelligence in Wireless Communications                                                                                              |                     | Artech House               | 2009           |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Biglieri, E., Goldsmith, A. J., Greenstein, L. J., Narayan B. Mandayam, N. B., & Poor, H. V. | Principles of Cognitive Radio                                                                                                                   |                     | Cambridge University Press | 2013           |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Setoodeh, P., & Haykin, S.                                                                   | Fundamentals of Cognitive Radio                                                                                                                 |                     | John Wiley & Sons          | 2017           |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Singh, K. K., Singh, A., Cengiz, K., & Le, D.-N. (Eds.)                                      | Machine learning and cognitive computing for mobile communications and wireless networks                                                        |                     | John Wiley & Sons          | 2020           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                       |                 |                                                                      |                     |               |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------|
| Наставни предмет                      |                 | Интерпретабилност и објашњивост модела вештачке интелигенције        |                     |               |
| Ознака предмета: 25.EAI037            |                 |                                                                      |                     |               |
| Број ЕСПБ: 6                          |                 |                                                                      |                     |               |
| Програм(и) у којем се изводи          |                 | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет |                     |               |
| УНО предмета                          |                 | Примењене рачунарске науке и информатика                             |                     |               |
| Наставници:                           |                 | Сливка Ј. Јелена, Редовни професор                                   |                     |               |
| Број часова активне наставе (недељно) |                 |                                                                      |                     |               |
| Предавања                             | Аудиторне вежбе | Други облици наставе                                                 | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |
| 3.00                                  | 0.00            | 3.00                                                                 | 0.00                | 0.00          |
| Предмети предуслови                   |                 | Нема                                                                 |                     |               |

Услови:

**1. Образовни циљ:**

Циљ курса је да студенте оспособи за напредну анализу правичности, интерпретабилности и приватности у системима вештачке интелигенције. Курс развија способност критичког сагледавања извора пристрасности, тумачења моделских објашњења и разумевања последица механизма заштите приватности. Нагласак је на интегрисаном разумевању техничких и етичких димензија понашања система вештачке интелигенције у сложеним и високоризичним окружењима.

**2. Исходи образовања (Стечена знања):**

Након успешно завршеног курса студент је у стању да:

1. Анализира формалне критеријуме правичности и процењује када је њихова примена методолошки оправдана.
2. Процени различите изворе пристрасности у подацима, моделима и процесу учења и повеже их са одговарајућим приступима митигације и евалуације правичности.
3. Примени и критички упореди различите категорије метода интерпретабилности, укључујући пертурбационе, градијентске, концептуалне методе и методе засноване на узорцима.
4. Процени верност, стабилност и ограничења моделских објашњења и формулише закључке о њиховој поузданости у аналитички сложеним сценаријима.
5. Анализира и примени механизме заштите приватности, укључујући диференцијалну приватност и федеративно учење, и процени њихове техничке последице по тачност, правичност и робустност модела.
6. Синтезује техничке и етичке увиде ради процене ризика, последица и одговорности у примени комплексних AI система у реалним и високоризичним окружењима.

**3. Садржај/структура предмета:**

Предмет обухвата напредне теоријске и практичне аспекте правичности, интерпретабилности и приватности у системима вештачке интелигенције, са фокусом на формалне критеријуме, алгоритајске поступке и друштвено-техничке импликације њихове примене.

У области правичности детаљно се разматрају формални критеријуми, индивидуална и каузално заснована правичност, као и методе обуке и оптимизације модела у складу са критеријумима правичности. Посебна пажња посвећена је анализи компромиса између правичности, тачности и робустности модела.

У области интерпретабилности обрађују се инхерентно интерпретабилни модели и напредне пост-хок методе објашњивости, укључујући пертурбационе приступе, LIME, SHAP, градијентске и концептуалне методе. Разматрају се технике атрибуције карактеристика, процена стабилности и верности објашњења, концепт-засновани модели, интерпретабилност заснована на узорцима и основе механистичке интерпретабилности неуронских мрежа.

У области приватности анализирају се механизми диференцијалне приватности и напредни изазови у федеративном учењу, укључујући утицај ових метода на правичност, поузданост и генерализацију модела.

Напредне теме укључују неурсимболичке приступе, неурално интерпретабилно резоновање, евалуацију објашњивих система из перспективе корисника, пристрасности и рањивости великих језичких модела и анализу детаљних студија случаја које интегришу техничке, етичке и друштвене димензије система вештачке интелигенције.

**4. Методе извођења наставе:**

Предавања се изводе уз пратеће презентације и аналитичку дискусију примера алгоритама вештачке интелигенције са становишта правичности, интерпретабилности и приватности. На рачунарским вежбама студенти примењују напредне технике кроз практичне задатке који обухватају анализу критеријума правичности, објашњивости модела и механизма заштите приватности. Централни део наставе представља самостални аналитички пројекат у оквиру ког студенти испитују понашање AI модела, примењују одговарајуће методе евалуације и формулишу техничке и етичке закључке на основу спроведене анализе. Завршни испит обухвата теоријска питања и аналитичке задатке који захтевају интерпретацију метрика, објашњења модела и њихове импликације у сложеним сценаријима примене.

**Оцене знања (максимални број поена 100)**

| Предиспитне обавезе | Обавезна | Поена | Завршни испит                                     | Обавезна | Поена |
|---------------------|----------|-------|---------------------------------------------------|----------|-------|
| Предметни пројекат  | Да       | 60.00 | Писмени део испита - комбиновани задаци и теорија | Да       | 40.00 |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |             |                                                                                 |                                                                                                                                                               |        |
|------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и     | Наслов                                                                          | Издавач                                                                                                                                                       | Година |
| 1          | Крофорд, К. | Атлас вештачке интелигенције                                                    | Београд: Факултет за медије и комуникације - ФМК                                                                                                              | 2025   |
| 2          | Molnar, C.  | Interpretable Machine Learning: A Guide for Making Black Box Models Explainable | Lulu.com (self-published), available at <a href="https://christophm.github.io/interpretable-ml-book/">https://christophm.github.io/interpretable-ml-book/</a> | 2021   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                      |                                    |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  | Примењена теорија игара                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                      |                                    |                |
| Ознака предмета: 25.AU511                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                      |                                    |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                      |                                    |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  | ВМ0 - Биомедицинско инжењерство (МАС), Изборни предмет<br>Е20 - Рачунарство и аутоматика (МАС), Изборни предмет<br>ЕАI - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет<br>МR0 - Мерење и регулација (МАС), Изборни предмет<br>SE0 - Софтверско инжењерство и информационе технологије (МАС), Изборни предмет |                      |                                    |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  | Аутоматика и управљање системима                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                      |                                    |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                  | Рапаић Р. Милан, Редовни професор<br>Јеличић Д. Зоран, Редовни професор                                                                                                                                                                                                                                                       |                      |                                    |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                      |                                    |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  | Аудиторне вежбе                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                | Остали часови  |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                  | 0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3.00                 | 0.00                               | 0.00           |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  | Нема                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                      |                                    |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                      |                                    |                |
| 1. Образовни циљ:<br><br>Овладавање теоријским и практичним основама теорија игара са применама у инжењерским дисциплинама.                                                                                                                                                                                                                                 |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                      |                                    |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):<br><br>Стечена знања могу се користити у решавању конкретних инжењерски проблема, а такође предствљају основу за даље стручно и научно усавршавање.                                                                                                                                                                   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                      |                                    |                |
| 3. Садржај/структура предмета:<br><br>1. Увод у теорију игара. 2. Теорија игара као проширење теорије одлучивања. 3. Стратешке игре. Мотивациони примери. 4. Нешов еквилибријум и различити концепти решења игре. 5. Израчунавање Нешовог еквилибријума у коначним играма. 6. Еволуција и учење у теорији игара. 7. Еволутивне игре 8. Диференцијалне игре. |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                      |                                    |                |
| 4. Методе извођења наставе:<br><br>Предавања; Нумеричко рачунске вежбе; Рачунарске вежбе Лабораторијске вежбе. Консултације.                                                                                                                                                                                                                                |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                      |                                    |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                      |                                    |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  | Обавезна                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Поена                | Завршни испит                      | Обавезна Поена |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                  | Да                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 30.00                | Колоквијум                         | Не 40.00       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                      | Усмени део испита                  | Да 30.00       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                      | Практични део испита - задаци      | Да 40.00       |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                      |                                    |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Аутор-и                          | Наслов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      | Издавач                            | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Fudenberg, D., & Tirole, J.      | Game Theory                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                      | MIT Press                          | 1991           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Sutton, R. S., & Barto, A. G.    | Reinforced Learning - An Introduction                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                      | MIT Press                          | 2017           |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Osborne, M. J., & Rubinstein, A. | A Course in Game Theory                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                      | Cambridge: MIT Press               | 1994           |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Rosenmüller, J.                  | Game Theory: Stochastics, Information, Strategies and Cooperation                                                                                                                                                                                                                                                             |                      | Boston: Kluwer Academic Publishers | 2000           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                      |                                                                      |                      |                                    |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                      | Тимски рад                                                           |                      |                                    |               |
| Ознака предмета: 25.EAI051                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                      |                                                                      |                      |                                    |               |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                      |                                                                      |                      |                                    |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                      | ЕАИ - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет |                      |                                    |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                      | Информационо-комуникациони системи                                   |                      |                                    |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                      | Јокановић Т. Бојана, Ванредни професор                               |                      |                                    |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                      | Ћулибрк М. Јелена, Ванредни професор                                 |                      |                                    |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                      |                                                                      |                      |                                    |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                      | Аудиторне вежбе                                                      | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                | Остали часови |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                      | 3.00                                                                 | 0.00                 | 0.00                               | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                      | Нема                                                                 |                      |                                    |               |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                      |                                                                      |                      |                                    |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                      |                                                                      |                      |                                    |               |
| Циљ предмета је усмерен ка усвајању знања о функционисању тимова, њиховом стварању и одржавању, са акцентом на хибридне и виртуелне тимове, који представљају основни тип тимова у организацијама које развијају системе базиране на ВИ. Услови и законитости који одређују успешност једног тима су веома често део целокупне културе организације и дела интелектуалног капитала који се дефинише као структурни. Практични циљ изучавања предмета је оспособљавање студената за функционисање у тимовима типичним за организације чија је делатност у домену развоја и примене технологије ВИ, као и за стварање тимова у организацијама, и допринос тимском учинку.                                                                              |                                                      |                                                                      |                      |                                    |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                      |                                                                      |                      |                                    |               |
| Знања која се усвајају на овом предмету пружају могућност за разумевање специфичности функционисања савремених тимова (које поред класичних тимова чине и хибридни и виртуелни тимови), планирања, организовања и руковођења тимовима, са акцентом на хибридне и виртуелне тимове. Способност разумевања и управљање тимовима типичним за организације чија је делатност у домену развоја и примене технологије ВИ и ефикасан рад у њима је очекивани исход слушања предмета                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                      |                                                                      |                      |                                    |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                      |                                                                      |                      |                                    |               |
| 1. Дефинисање тимова; 2. Разлика између групе и тима; 3. Организациони предуслови стварања тима и фазе стварања тима; 4. Врсте тимова; 5. Сарадња у тиму; 6. Виртуелни тимови; 7. Типови виртуелних тимова; 8. Мерење перформанси виртуелног тима; 9. Изградња тимског учинка; 10. Тимске улоге; 11. Недостаци у раду тима; 12. Успешност тимова; 13. Конфликти у тиму; 14. Доношење одлука у тиму; 15. Интерфункционални и глобални тимови.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                      |                                                                      |                      |                                    |               |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                      |                                                                      |                      |                                    |               |
| Настава се одвија кроз предавања и аудиторне вежбе, уз теоријску обраду потребног броја студија случаја. Вежбе обухватају аудиторно увођење студената у изучавану проблематику, као и интерактивну обраду студија случаја о различитим врстама тимова (класични тимови, хибридни тимови, тимови на даљину-виртуелни тимови). Студенти у мањим групама раде предметни пројекат, који за циљ има примену стеченог знања. Предвиђена је јавна одбрана пројекта. Завршни испит се изводи писмено у виду теста. Услов да студент изађе на завршни испит је да успешно уради и одбрани семинарски рад. Предавања и вежбе, тестови и индивидуални задатак (пројекат). Предиспитне обавезе чиниће успешно завршен и одбрањен самостални студентски пројекат. |                                                      |                                                                      |                      |                                    |               |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                      |                                                                      |                      |                                    |               |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                      | Обавезна                                                             | Поена                | Завршни испит                      |               |
| Предметни(пројектни)задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                      | Да                                                                   | 10.00                | Практични део испита - задаци      |               |
| Пројектни задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                      | Да                                                                   | 30.00                |                                    |               |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                      |                                                                      |                      |                                    |               |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Аутор-и                                              | Наслов                                                               |                      | Издавач                            | Година        |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Katzenbach, J.                                       | The Discipline of Teams                                              |                      | Harvard Business School Publishing | 2009          |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Грубић-Нешић, Л.,<br>Зубанов, В., &<br>Јокановић, Б. | Тимски рад                                                           |                      | Нови Сад: Факултет техничких наука | 2020          |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | West, M. A.                                          | Effective Teamwork: Practical Lessons from Organizational Research   |                      | John Wiley & Sons                  | 2012          |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | Примена вештачке интелигенције у безбедности и приватности података                                                  |                      |                                         |               |
| Ознака предмета: 25.EAI053                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | ЕАИ - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет                                                 |                      |                                         |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | Примењене рачунарске науке и информатика                                                                             |                      |                                         |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | Ковачевић Д. Александар, Редовни професор<br>Сладић С. Горан, Редовни професор<br>Сливка Ј. Јелена, Редовни професор |                      |                                         |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | Аудиторне вежбе                                                                                                      | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                     | Остали часови |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | 0.00                                                                                                                 | 2.00                 | 0.00                                    | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Нема                                                                                                                 |                      |                                         |               |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| Циљ предмета је да студенти стекну знања и вештине за примену метода вештачке интелигенције у обезбеђивању безбедности и приватности података и да разумеју савремене изазове и приступе у овој области.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| Након успешно завршеног курса студент је у стању да:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| 1. Разуме кључне концепте безбедности и приватности у системима заснованим на вештачкој интелигенцији:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| 1.1. Објасни основне концепте информационе безбедности и приватности података и разуме њихов значај при развоју и примени система заснованих на вештачкој интелигенцији.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| 1.2 Објасни и процени нападе на моделе машинског учења (adversarial machine learning) и разуме технике одбране и принципе робусног дизајна модела.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| 1.3 Примени методе вештачке интелигенције за заштиту осетљивих података.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| 2. Примени методе вештачке интелигенције за решавање проблема безбедности и приватности података:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| 2.1 Формулише проблем безбедности или приватности података као задатак машинског учења и процени оправданост употребе метода вештачке интелигенције у датом контексту.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| 2.2 Одабере одговарајуће приступе вештачке интелигенције за решавање проблема безбедности и приватности података, дефинише критеријуме евалуације и протумачи резултате на основу циљева задатка и својстава података.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| И. Безбедност и приватност система вештачке интелигенције:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| И.1. Основни концепти информационе безбедности и приватности података, укључујући класификацију осетљивих података и дефинисање захтева који проистичу из њихове употребе у системима вештачке интелигенције.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| И.2. Безбедносне претње специфичне за системе засноване на вештачкој интелигенцији                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| И.3. Adversarial machine learning: основни типови напада и одбрана, принципи робусног дизајна и процена отпорности модела.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| И.4. Технике заштите приватности у системима заснованим на вештачкој интелигенцији, укључујући анонимизацију, псеудонимизацију и приступе засноване на очувању приватности.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| И.5. Безбедност и приватност великих језичких модела: претње, напади, ограничења и приступи заштити.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| ИИ. Примена вештачке интелигенције у решавању проблема безбедности и приватности података                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| ИИ.1 Детекција аномалија и индикатора безбедносних инцидената применом метода вештачке интелигенције.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| ИИ.2 Примена вештачке интелигенције у безбедности рачунарских мрежа.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| ИИ.3 Примена вештачке интелигенције за анализу текстуалних безбедносних података, као што су спам, phishing поруке и други облици социјалног инжењеринга.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| Настава се реализује кроз предавања и рачунарске вежбе које прате теоријске концепте обрађене на часу. Предавања уводе кључне теме из области безбедности и приватности у системима заснованим на вештачкој интелигенцији и примене метода вештачке интелигенције у решавању ових проблема, уз анализу примера из савремене литературе и праксе. Рачунарске вежбе омогућавају студентима да примене изучене методе кроз практичне задатке који обухватају анализу података, избор модела, процену отпорности модела и примену техника заштите приватности. У оквиру самосталног пројекта студент бира проблем из области безбедности или приватности података који се може решавати методама вештачке интелигенције, формулише га као задатак машинског учења, бира одговарајући методолошки приступ и евалуира добијено решење. Пројекат се документује и презентује на крају курса. |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                      |                      |                                         |               |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Обавезна                                                                                                             | Поена                | Завршни испит                           |               |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | Да                                                                                                                   | 70.00                | Презентација и завршна одбрана пројекта |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                      |                      | Да                                      | 30.00         |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |                            |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                     |        |
|------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и                    | Наслов                                                                                                                                                  | Издавач                                                                                                                             | Година |
| 1          | Chio, C., & Freeman, D.    | Machine Learning and Security: Protecting Systems with Data and Algorithms                                                                              | O'Reilly                                                                                                                            | 2018   |
| 2          | Saxe, J., & Sanders, H.    | Malware Data Science: Attack Detection and Attribution                                                                                                  | No Starch Press                                                                                                                     | 2018   |
| 3          | Paisi, A.                  | Hands-On Artificial Intelligence for Cybersecurity: Implement Smart AI Systems for Preventing Cyber Attacks and Detecting Threats and Network Anomalies | Packt Publishing Ltd.                                                                                                               | 2019   |
| 4          | Arbuckle, L. & El Emam, K. | Building an Anonymization Pipeline: Creating Safe Data                                                                                                  | O'Reilly                                                                                                                            | 2020   |
| 5          | Николић, М., & Зечевић, А. | Машинско учење                                                                                                                                          | Сопствено издање,<br>доступно на<br><a href="https://ml.matf.bg.ac.rs/readings/ml.pdf">https://ml.matf.bg.ac.rs/readings/ml.pdf</a> | 2019   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                         |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                                      |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                         | Дијагностичке визуелизације                                                                                                                                                                               |                      |                                                      |                |
| Ознака предмета: 25.BMIM2E                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                         |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                                      |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                         |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                                      |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                         | BM0 - Биомедицинско инжењерство (MAC), Изборни предмет<br>E10 - Енергетика, електроника и телекомуникације (MAC), Изборни предмет<br>EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет |                      |                                                      |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                         | Телекомуникације и обрада сигнала                                                                                                                                                                         |                      |                                                      |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                         | Швељо Б. Оливера, Ванредни професор<br>Јаковљевић М. Никша, Ванредни професор                                                                                                                             |                      |                                                      |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                         |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                                      |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                         | Аудиторне вежбе                                                                                                                                                                                           | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                                  | Остали часови  |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                         | 0.00                                                                                                                                                                                                      | 2.00                 | 0.00                                                 | 0.00           |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                         | Нема                                                                                                                                                                                                      |                      |                                                      |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                         |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                                      |                |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                         |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                                      |                |
| Упознавање са техникама визуелизације органа, ткива, физиолошких и метаболичких процеса у медицинској дијагностици. Упознавање са могућностима интеграције података и примене техника машинског учења за рачунарски потпомогнуту дијагностику. Технике управљања подацима у случају обимних података (Big Data).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                         |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                                      |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                         |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                                      |                |
| У оквиру курса студенти ће стећи знања о техникама које се користе у медицинској дијагностици за визелизацију специфичних морфолошких, функционалних и метаболичких карактеристика органа и ткива. Такође, студенти ће се упознати са постојећим начинима интеграције информација са различитих модалитета и могућностима њихове примене у рачунарски потпомогнутој дијагностици.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                         |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                                      |                |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                         |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                                      |                |
| - визуелизације карактеристика органа и ткива коришћењем контрастних средстава - MPR i VR (Volume Rendering) у медицинској дијагностици - визуелизација крвних судова - визуелизација карактеристика органа и ткива техником перфузије и генерисање перфузионих мапа - визуелизација карактеристика органа и ткива техником дифузије и генерисање дифузионих мапа - визуелизација метаболита и генерисање метаболичких мапа - визуелизација морфологије и функције срчаног мишића - визуелизација мождане функције, генерисање можданих мапа - интеграција података са раличитих модалитета различитих нивоа и различитих скала и њихова примена у рачунарски потпомогнутој дијагностици и управљање обимним токовима података (Big Data) |                                                         |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                                      |                |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                         |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                                      |                |
| Предавања, рачунарске вежбе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                         |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                                      |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                         |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                                      |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                         | Обавезна                                                                                                                                                                                                  | Поена                | Завршни испит                                        | Обавезна Поена |
| Одбрањене рачунарске вежбе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                         | Да                                                                                                                                                                                                        | 30.00                | Теоријски део испита                                 | Да 40.00       |
| Предметни(пројектни)задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                         | Да                                                                                                                                                                                                        | 30.00                |                                                      |                |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                         |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                                      |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Аутор-и                                                 | Наслов                                                                                                                                                                                                    |                      | Издавач                                              | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Preim, B., & Dirk Bartz, D.                             | Visualization in Medicine-Theory, Algorithms and Applications                                                                                                                                             |                      | Morgan Kaufmann Publishers is an Imprint of Elsevier | 2007           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Gillard, J. H., Waldman, A. D., & Barker, P. B. (Eds.)  | Clinical MR Neuroimaging Physiological and Functional Techniques                                                                                                                                          |                      | Cambridge University Press                           | 2010           |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Weissleder, R., Ross, B., Rehemtulla, A., & Gambhir, S. | Molecular imaging: Principles and practice                                                                                                                                                                |                      | People’s Medical Publishing House                    | 2010           |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Sonka, M., & Fitzpatrick, J. M. (Ed.)                   | Handbook of Medical Imaging. Volume 2, Medical Image Processing and Analysis: [Part 1, 2]                                                                                                                 |                      | Bellingham-Wash.: SPIE Press                         | 2000           |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Marz, N., & Warren, J.                                  | Big Data: Principles and best practices of scalable realtime data systems                                                                                                                                 |                      | New York: Manning Publications                       | 2015           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                             |                                                                                                                               |                      |                                                                                              |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                             | Дубоко учење у системима аутономних и умрежених возила                                                                        |                      |                                                                                              |                |
| Ознака предмета: 25.CEM822                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                             |                                                                                                                               |                      |                                                                                              |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                             |                                                                                                                               |                      |                                                                                              |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                             | E20 - Рачунарство и аутоматика (MAC), Изборни предмет<br>EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет |                      |                                                                                              |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                             | Рачунарска техника и рачунарске комуникације                                                                                  |                      |                                                                                              |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                             | Лукач Н. Жељко, Ванредни професор                                                                                             |                      |                                                                                              |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                             |                                                                                                                               |                      |                                                                                              |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                             | Аудиторне вежбе                                                                                                               | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                                                                          | Остали часови  |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                             | 0.00                                                                                                                          | 2.00                 | 0.00                                                                                         | 0.00           |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                             | Нема                                                                                                                          |                      |                                                                                              |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                             |                                                                                                                               |                      |                                                                                              |                |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                             |                                                                                                                               |                      |                                                                                              |                |
| Изнети напредне теоретске и практичне аспекте дубоког учења и вешачке интелигенције са применом у аутономним и умреженим возилима.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                             |                                                                                                                               |                      |                                                                                              |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                             |                                                                                                                               |                      |                                                                                              |                |
| Студент поседује детаљна знања о напредним теоретским и практичним аспектима дубоког учења и вештачких неуралних мрежа. Студент уме да имплементира моделе дубоког учења и примени их у домену аутономних и умрежених возила. Студент име да конструише ове моделе на вишепроцесорским платформа и програмским развојним алатима.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                             |                                                                                                                               |                      |                                                                                              |                |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                             |                                                                                                                               |                      |                                                                                              |                |
| Дубоко учење припада домену вештачке интелигенције и машинског учења. Класификација слика, препознавање говора, медицинска дијагностика, контрола функција робота и возила су само неки од примера примене дубоког учења и вештачких неуралних мрежа. У овом предмету износимо следеће детаље:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                             |                                                                                                                               |                      |                                                                                              |                |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Контролна петља и нивои аутоматизације возила.</li><li>• Сензори, рачунарске платформе и актуатори у возилима. Умреженост возила.</li><li>• Архитектура обраде у аутномним возилима.</li><li>• Увод у машинско учење и његова веза са дубоким учењем.</li><li>• Архитектуре вештачких неуралних мрежа попут директних, конволуционих и рекурентних, као и њихове примене.</li><li>• Методе учења са и без надгледањем, као и специфичне итеративне адаптације током тренинга. Методе оптимизације хиперпараметара ка успешнијој конвергенцији током тренинга.</li><li>• Учење са појачањем.</li></ul> |                                             |                                                                                                                               |                      |                                                                                              |                |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Примене у аутономним возилима, како конволуционих тако и рекурентних мрежа у могућим комбинацијама са конвенционалним методама. Проучавање конкретних решења.</li><li>• Примене за препознавање објеката у саобраћају, саобраћајне сигнализације, предвиђање путања, фузија разнородних сензора (камера, лидара, радара...).</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                |                                             |                                                                                                                               |                      |                                                                                              |                |
| Блиско усклађено са предавачким делом, рачунарске вежбе користиће Python и TensorFlow као програмску платформу, као и физичку вишепроцесорску платформу која је намењена возилима и транспортним системима.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                             |                                                                                                                               |                      |                                                                                              |                |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                             |                                                                                                                               |                      |                                                                                              |                |
| Предавања која излажу теорију и алгоритме са анализом конкретних решења. Вежбе које имплеметирају и оптимизују вештачке неуралне мреже користећи актоелне програмске алате. Пројектни задатак који захтева рад на процесорској платформи намењеној ауто индустрији.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                             |                                                                                                                               |                      |                                                                                              |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                             |                                                                                                                               |                      |                                                                                              |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                             | Обавезна                                                                                                                      | Поена                | Завршни испит                                                                                | Обавезна Поена |
| Одбрана пројекта                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                             | Да                                                                                                                            | 50.00                | Писмени део испита - комбиновани задаци и теорија                                            | Да 50.00       |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                             |                                                                                                                               |                      |                                                                                              |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Аутор-и                                     | Наслов                                                                                                                        |                      | Издавач                                                                                      | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Li, F. F.                                   | CS231n: Convolutional Neural networks for Visual Recognition [Course notes]                                                   |                      | Stanford University<br><a href="http://cs231n.Stanford.edu/">http://cs231n.Stanford.edu/</a> | 2017           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Kostic, Z.                                  | ECBM E4040 Neural Networks and Deep Learning, Columbia University, 2017                                                       |                      |                                                                                              | 2017           |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. | Deep Learning                                                                                                                 |                      | Cambridge: MIT Press                                                                         | 2017           |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Fridman, L.                                 | Deep Learning for Self-Driving Cars, MIT                                                                                      |                      | MIT                                                                                          | 2017           |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Самарџија, Д., & Милошевић, М.              | Дубоко учење за аутономна возила                                                                                              |                      | Нови Сад: Факултет техничких наука                                                           | 2020           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                |                                                                                                                               |                      |                                    |               |          |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------|---------------|----------|-------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                | Неуралне протезе и неурални интерфејси                                                                                        |                      |                                    |               |          |       |
| Ознака предмета: 25.AU505                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                |                                                                                                                               |                      |                                    |               |          |       |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                |                                                                                                                               |                      |                                    |               |          |       |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                | E20 - Рачунарство и аутоматика (MAC), Изборни предмет<br>EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет |                      |                                    |               |          |       |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                | Аутоматика и управљање системима<br>Електротехничко и рачунарско инжењерство<br>Медицинске науке                              |                      |                                    |               |          |       |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                | Јорговановић Ђ. Никола, Редовни професор<br>Гашпарић З. Филип, Доцент                                                         |                      |                                    |               |          |       |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                |                                                                                                                               |                      |                                    |               |          |       |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                | Аудиторне вежбе                                                                                                               | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                | Остали часови |          |       |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                | 0.00                                                                                                                          | 3.00                 | 0.00                               | 0.00          |          |       |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                | Нема                                                                                                                          |                      |                                    |               |          |       |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                |                                                                                                                               |                      |                                    |               |          |       |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                |                                                                                                                               |                      |                                    |               |          |       |
| Стицање основних знања о неуралним протезама са аспекта управљачких система.                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                |                                                                                                                               |                      |                                    |               |          |       |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                |                                                                                                                               |                      |                                    |               |          |       |
| Стечена знања користе се у даљем раду и образовању.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                |                                                                                                                               |                      |                                    |               |          |       |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                |                                                                                                                               |                      |                                    |               |          |       |
| Основни принципи неуралних протеза. Управљање неуралним протезама са и без повратне спреге. Вештачки сензори у управљању неуралним протезама. Биолошки сензори, снимање сигнала и његова обрада. Електричне стимулација и електронски стимулатори, детаљна анализа. Алгоритми рада неуралних протеза. Моторичке неуралне протезе. Пројектовање неуралних протеза. |                                |                                                                                                                               |                      |                                    |               |          |       |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                |                                                                                                                               |                      |                                    |               |          |       |
| Предавања, лабораторијске и рачунарске вежбе, пројектни задаци. Консултације.                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                |                                                                                                                               |                      |                                    |               |          |       |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                |                                                                                                                               |                      |                                    |               |          |       |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                | Обавезна                                                                                                                      | Поена                | Завршни испит                      |               | Обавезна | Поена |
| Домаћи задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                | Да                                                                                                                            | 5.00                 | Усмени део испита                  |               | Да       | 30.00 |
| Домаћи задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                | Да                                                                                                                            | 5.00                 |                                    |               |          |       |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                | Да                                                                                                                            | 30.00                |                                    |               |          |       |
| Тест                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                | Да                                                                                                                            | 10.00                |                                    |               |          |       |
| Тест                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                | Да                                                                                                                            | 10.00                |                                    |               |          |       |
| Тест                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                | Да                                                                                                                            | 10.00                |                                    |               |          |       |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                |                                                                                                                               |                      |                                    |               |          |       |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Аутор-и                        | Наслов                                                                                                                        |                      | Издавач                            |               | Година   |       |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Popović, D., & Sinkjær, T.     | Control of Movement for Physically Disabled                                                                                   |                      | Center for SMI Aalborg University  |               | 2003     |       |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Finn, W. E., & LoPresti, P. G. | Handbook of Neuroprosthetic Methods                                                                                           |                      | CRC Press                          |               | 2003     |       |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Јорговановић, Н. и др          | Спољашње управљање биолошким актуаторима                                                                                      |                      | Нови Сад: Факултет техничких наука |               | 2018     |       |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                              |                                                                                                        |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Наставни предмет             | <p align="center"><b>Примена вештачке интелигенције у геопросторним и геонсензорским системима</b></p> |
| Ознака предмета: 25.EAI055   |                                                                                                        |
| Број ЕСПБ: 6                 |                                                                                                        |
| Програм(и) у којем се изводи | ЕАИ - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет                                   |
| УНО предмета                 | Аутоматика и управљање системима                                                                       |
| Наставници:                  | Говедарица Ј. Миро, Редовни професор                                                                   |
|                              | Бугариновић В. Жељко, Доцент                                                                           |

| Број часова активне наставе (недељно) |                 |                      |                     |               |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------|---------------------|---------------|
| Предавања                             | Аудиторне вежбе | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |
| 3.00                                  | 0.00            | 2.00                 | 0.00                | 0.00          |

|                     |      |
|---------------------|------|
| Предмети предуслови | Нема |
|---------------------|------|

Услови:

1. Образовни циљ:

Оспособљавање студената за теоријско разумевање и практично решавање задатака у области примене вештачке интелигенције у просторно временским системима, локацијско базираним сервисима и геопозиционирању, те примену технологија вештачке интелигенције и алгоритамску имплементацију у овим областима. Оспособљавање студената за праћење савремене литературе из ове области, те даљи, самосталан стручни и научно-истраживачки рад.

2. Исходи образовања (Стечена знања):

Студенти су стекли основна знања из области просторно временских система и употребе алгоритама вештачке интелигенције у процесима прикупљања, обраде и дистрибуције података. Студенти су научили да одаберу одговарајући алгоритам, да изаберу вредности одговарајућих параметара, те да имплементирају одговарајуће решење у програмском језику Python, уз ослонац на Jupyter Notebook окружење.

3. Садржај/структура предмета:

- 1) Основе примене вештачке интелигенције у просторно временским системима, локацијско базираним сервисима и геопозиционирању.
- 2) Архитектуре неуронских мрежа и алгоритми за анализу геопросторних информација (машинско учење, дубинско учење, неуронске мреже, конволуцијске неуронске мреже);
- 3) Просторно временске анализе засноване на алгоритмима вештачке интелигенције (Геопросторна интерполација, регресија, генерализација, симулација и моделирање);
- 4) Приступ и обрада података отвореног приступа употребом алгоритама вештачке интелигенције (Анализа кориснички генерисаних података, ГНСС путања, локацијских података, постова на друштвеним медијима, аутоматизовано геокодирање садржаја, комбиновање генерисања корисничких и аутоматски претпостављених података који рукују просторном хетерогеношћу, комплетношћу података и променљивим квалитетом података)
- 5) Примена вештачке интелигенција у области посматрања Земље и даљинске детекције (Сегментација, семантичка сегментација UAV и сателитских снимака, комбиновање сензорских записа, миедл обраде и обрада података, анализа података, израда картографског материјала и производа, временске серије, анализа и обрада лидар података)
- 6) Анализа геопросторних одредница и текста алгоритмима вештачке интелигенције (локацијска одредница, рашчлањивање, поднаслови, локацијска и геопросторна семантика у природном језику, обрада локацијско базираних просторних података)
- 7) Остале технике и подручја примене (геопросторне базе података, обрада историјских сензорских записа, геолокацијски и геопросторни сервиси и услуге у различитим областима: паметни градови, кризне ситуације, пољопривреда, управљање природним ресурсима, управљање инфраструктуром)

4. Методе извођења наставе:

Предавања. Рачунарске вежбе. Консултације. Менторски рад кроз израду домаћих задатака и обавезног пројекта на крају предмета.

Оцене знања (максимални број поена 100)

| Предиспитне обавезе | Обавезна | Поена | Завршни испит         | Обавезна | Поена |
|---------------------|----------|-------|-----------------------|----------|-------|
| Домаћи задатак      | Да       | 5.00  | Завршни испит - 1 део | Да       | 30.00 |
| Домаћи задатак      | Да       | 5.00  | Завршни испит - 2 део | Да       | 20.00 |
| Домаћи задатак      | Да       | 5.00  |                       |          |       |
| Домаћи задатак      | Да       | 5.00  |                       |          |       |
| Предметни пројекат  | Да       | 30.00 |                       |          |       |

| Литература |                                        |                                           |         |        |
|------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|---------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и                                | Наслов                                    | Издавач | Година |
| 1          | Crickard, P., van Rees, E., & Toms, S. | Mastering Geospatial Analysis with Python | Packt   | 2018   |
| 2          | Hassan, A., & Vijayaraghavan, J.       | Geospatial Data Science Quick Start Guide | Packt   | 2019   |
| 3          | OGC                                    | Artificial Intelligence in Geoinformatics | DWG     | 2020   |

|                                                                                  |                                                          |                                                                                                 |                                                                    |                                                                                    |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |                                                          | УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6 |                                                                    |  |  |
| КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење                         |                                                          |                                                                                                 |                                                                    |                                                                                    |  |
| Литература                                                                       |                                                          |                                                                                                 |                                                                    |                                                                                    |  |
| Р.бр.                                                                            | Аутор-и                                                  | Наслов                                                                                          | Издавач                                                            | Година                                                                             |  |
| 4                                                                                | Jakovljević, G.,<br>Govedarica, M., &<br>Brovelli, M. A. | Introduction to Geospatial Artificial Intelligence                                              | Banja Luka: Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy | 2025                                                                               |  |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                       |                                                                             |                      |                               |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                       | Методe за снимање и анализу кретања                                         |                      |                               |                |
| Ознака предмета: 25.EAI056                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                       |                                                                             |                      |                               |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                       |                                                                             |                      |                               |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                       | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет        |                      |                               |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                       | Електротехничко и рачунарско инжењерство<br>Машинско инжењерство            |                      |                               |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                       | Николић Н. Милутин, Ванредни професор<br>Раковић М. Мирко, Редовни професор |                      |                               |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                       |                                                                             |                      |                               |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                       | Аудиторне вежбе                                                             | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР           | Остали часови  |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                       | 0.00                                                                        | 3.00                 | 0.00                          | 0.00           |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                       | Нема                                                                        |                      |                               |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                       |                                                                             |                      |                               |                |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                       |                                                                             |                      |                               |                |
| Циљ овог курса је да студенте упозна са системима за снимање покрета и њиховом даљом анализом и употребом. Циљ је да студенти стекну напредна знања везана за снимање покрета крутих и еластичних тела као и сложених људских покрета, укључујући израз лица и анализу, накнадну обраду и оптимизацију забележеног покрета.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                       |                                                                             |                      |                               |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                       |                                                                             |                      |                               |                |
| Оспособљавање за самосталан рад са системом за снимање кретања фирме Викон. Упознавање са опремом и начином спровођења поступка снимања. Фамилијаризовање са постојећим моделима за снимање и учење поступка за креирање нових модела који се придружују објекту/субјекту који се снима. Оспособљавање за рад са системом за снимање погледа са наочарима фирме Пупил Лабс. Упознавање са напредним алгоритмима за постпроцесирање и припрема за даљу примену снимљеног кретања. Део наставе на предмету се одвија кроз самостални истраживачки рад у области везаној за предмет. Самостални истраживачки рад обухвата упознавање са актуелном научном литературом везаном за област снимања и анализе кретања човека и реализацију апликација базираних на снимљеним покретима. |                                       |                                                                             |                      |                               |                |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                       |                                                                             |                      |                               |                |
| 1. Основни појмови и дефиниције из области снимања кретања.<br>2. Моделовање комплексних разгранатих система крутих тела.<br>3. Редундатни системи и опримизација кретања.<br>4. Снимање и синтеза кретања објеката у динамичкој неструктурираној сцени.<br>5. Снимање и синтеза различитих типова љутских покрета.<br>6. Снимање и синтеза фацијалних експресија.<br>7. Постпроцесирање и методе оптимизације снимљених покрета.<br>8. Примена у области роботике, индустрије забаве, медицине, спорта, уметности...                                                                                                                                                                                                                                                            |                                       |                                                                             |                      |                               |                |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                       |                                                                             |                      |                               |                |
| Облици извођења наставе су: предавања, практичан рад у лабораторији за снимање и анализу кретања, израда пројекта, и консултације. На предавањима се излажу садржаји предмета и стимулише се активно учешће студената. Практични део студенти савладавају радом на рачунару.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                       |                                                                             |                      |                               |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                       |                                                                             |                      |                               |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                       | Обавезна                                                                    | Поена                | Завршни испит                 | Обавезна Поена |
| Пројектни задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                       | Да                                                                          | 50.00                | Практични део испита - задаци | Да 50.00       |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                       |                                                                             |                      |                               |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Аутор-и                               | Наслов                                                                      |                      | Издавач                       | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Zatsiorsky, I., & Vladimir M.         | Kinematics of Human Motion                                                  |                      | Human Kinetics                | 1998           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Huang, Z., Thomas, C., & Reddy, S. C. | Human Face Motion Analysis                                                  |                      | Springer                      | 1992           |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Kitagawa, M., & Windsor, B.           | MoCap for Artists: Workflow and Techniques for Motion Capture               |                      | CRC Press                     | 2012           |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Ricardo, T.                           | The Mocap Book: A Practical Guide to the Art of Motion Capture              |                      | Foris Force                   | 2010           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                             |                                                                      |                      |                                                                                                                               |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                             | Вештачка интелигенција за обраду мулти-модалних података             |                      |                                                                                                                               |                |
| Ознака предмета: 25.EAI046                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                             |                                                                      |                      |                                                                                                                               |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                             |                                                                      |                      |                                                                                                                               |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                             | ЕАИ - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет |                      |                                                                                                                               |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                             | Примењене рачунарске науке и информатика                             |                      |                                                                                                                               |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                             | Ковачевић Д. Александар, Редовни професор                            |                      |                                                                                                                               |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                             |                                                                      |                      |                                                                                                                               |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             | Аудиторне вежбе                                                      | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                                                                                                           | Остали часови  |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                             | 0.00                                                                 | 3.00                 | 0.00                                                                                                                          | 0.00           |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                             | Нема                                                                 |                      |                                                                                                                               |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                             |                                                                      |                      |                                                                                                                               |                |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                             |                                                                      |                      |                                                                                                                               |                |
| Оспособљавање студената за разумевање и примену принципа мултимодалне вештачке интелигенције. Комбинују се различити извори података (нпр. текст, слика, аудио, видео) уз употребу савремених методологија.                                                                                                                                                                                                                                               |                                             |                                                                      |                      |                                                                                                                               |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                             |                                                                      |                      |                                                                                                                               |                |
| Студент стиче разумевање основних концепата и архитектура за мултимодалне моделе, као и способност да их примени и адаптира у разноврсним ситуацијама попут аудио–текст интеграције или сумаризација видеа.                                                                                                                                                                                                                                               |                                             |                                                                      |                      |                                                                                                                               |                |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                             |                                                                      |                      |                                                                                                                               |                |
| Преглед модалитета и репрезентација: текстуалне, визуелне, аудио и видео векторске репрезентације. Токенизација различих модалитета. Спајање и обрада модалитета: рано спајање, касно спајање, адаптери и механизам пажње. Основе обучавања мултимодалних система: надгледано , ненадгледано, контрастивно учење и учење у апстрактном простору. Циљне функције за обучавање различитих модалитета. Евалуација мутимодалних система и мерење перформанси. |                                             |                                                                      |                      |                                                                                                                               |                |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                             |                                                                      |                      |                                                                                                                               |                |
| Облици извођења наставе су: предавања, рачунарске вежбе, израда домаћих задатака и консултације. На предавањима се, уз коришћење одговарајућих дидактичких средстава, излажу садржаји предмета и подстиче активно учешће студената кроз питања и дискусију. Практични део градива студенти савладавају на рачунарским вежбама решавањем задатака уз помоћ асистента или самостално, као и кроз самосталну израду домаћих задатака.                        |                                             |                                                                      |                      |                                                                                                                               |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                             |                                                                      |                      |                                                                                                                               |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                             | Обавезна                                                             | Поена                | Завршни испит                                                                                                                 | Обавезна Поена |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                             | Да                                                                   | 70.00                | Презентација и завршна одбрана пројекта                                                                                       | Да 30.00       |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                             |                                                                      |                      |                                                                                                                               |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Аутор-и                                     | Наслов                                                               |                      | Издавач                                                                                                                       | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Николић, М., & Зечевић, А.                  | Машинско учење                                                       |                      | Сопствено издање, доступно на <a href="https://ml.matf.bg.ac.rs/readings/ml.pdf">https://ml.matf.bg.ac.rs/readings/ml.pdf</a> | 2019           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. | Deep Learning                                                        |                      | Cambridge: MIT Press                                                                                                          | 2017           |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Trask, A. W.                                | Grokking Deep Learning                                               |                      | Manning                                                                                                                       | 2019           |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Marafioti, A. et al.                        | SmolVLM: Redefining Small and Efficient Multimodal Models            |                      | arXiv                                                                                                                         | 2025           |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Qwen Team                                   | Qwen3-Omni Technical Report                                          |                      | arXiv                                                                                                                         | 2025           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                     |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | Компјутерска визија                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                      |                     |               |
| Ознака предмета: 25.EK522                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                     |               |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                     |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | BM0 - Биомедицинско инжењерство (MAC), Изборни предмет<br>E10 - Енергетика, електроника и телекомуникације (MAC), Изборни предмет<br>EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет<br>F20 - Анимација у инжењерству (MAC), Изборни предмет<br>IF2 - Информациони инжењеринг (MAC), Изборни предмет |                      |                     |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Телекомуникације и обрада сигнала                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                      |                     |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | Бркљач Н. Бранко, Ванредни професор                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                      |                     |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                     |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Аудиторне вежбе                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | 0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2.00                 | 0.00                | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | Нема                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                      |                     |               |
| Услови: Нема                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                     |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                     |               |
| Разумевање и преглед фундаменталних принципа компјутерске визије и напредних техника дигиталне обраде слике; Упознавање са савременим методама из ове области преко неколико пројеката. Анализа проблема рачунарског вида и демонстрација начина за њихово решавање. Овладавање теоријским принципима и практичним вештинама које омогућавају осмишљавање, реализацију и унапређивање карактеристика система рачунарског вида. Развијање способности за планирање, пројектовање и верификацију система компјутерске визије различите намене.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                     |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                     |               |
| Овладавање савременим методама компјутерске визије. Полазници стичу способност разумевања концепата и метода које се користе у компјутерској визији и могу да примене усвојена знања кроз самосталну реализацију система за компјутерску визију са различитим нивоима сложености. Оспособљавање за анализу и синтезу одговарајућих алгоритамих поступака, сагледавање актуелних идеја у области и једноставно проширивање знања даљим радом на одређеном проблему. Способност да се објасне и препознају предности и мане различитих приступа који се користе за решавање проблема рачунарског вида, дискутује и испитује понашање система и имплементирају нове функционалности. Наставак рада на конструкцији и унапређивању техничких система који се ослањају на перцепцији окружења путем рачунарског вида.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                     |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                     |               |
| Разумевање главних концепата и напредних метода компјутерске визије. Реализација и имплементација различитих метода и техничких система кроз самосталне студентске пројекте. Препознавање облика и машинско учење у компјутерској визији. Увод у класе задатака у компјутерској визији. Софтверски алати и наменске хардверске платформе. Обрада вишедимензионалних сигнала слике. Геометријске трансформације. Конструкција обележја, детекција кључних тачака, упаривање кључних тачака, RANSAC. Глобални и локални дескриптори слике (GIST, LBP, SIFT, SURF, ORB). Ланчани кодови. Постизање инваријантности на ротацију, размеру и интензитет осветљаја. Мултирезолуциона репрезентација и анализа слика. Карактеризација текстура ивица (Габорови филтри, Zernike функције). Концепти биолошког вида и ограничења људског визуелног система. Марковљева случајна поља и просторни процеси, GLCM. Линеарни и нелинеарни оператори слике и њихове апроксимације. Интегрална слика и интегрални хистограм. Мапирање текстура. Параметарско и непараметарско моделовање позадине. Оптималне (научене) репрезентације сигнала. 3D текстони, BoW модели, VLAD и Фишерови вектори. Двостепени и једностепени детектори објеката (region proposal networks, RCNN, Faster RCNN, SSD, YOLO). Проблеми детекције и естимације, праћења, препознавања, доношења оптималних одлука, сегментације, реконструкције и побољшања сигнала, анализе и синтезе слике. Оптички ток и процена дубине. Разумевање компоненти специјалних система за аквизицију слике. Системи за обраду слика и видеа. Основе 3D визије и фотограметрије. Синтеза нових приказа сцене заснованих на SfM и техникама рендеровања коришћењем неуронских мрежа (NERF, 3D Gaussian splatting). Симулациона окружења за генерисање синтетичких података. Методологије за поређење перформанси алгоритама. Анализа и примена различитих модела плитких и дубоких неуронских мрежа у задацима рачунарског вида. У зависности од интересовања полазника, преостали садржај курса може да укључује неке од тема као што су: vision-language модели, истовремено праћење више објеката, пробабилистичке методе обраде слике, напредне технике компресије, компјутерска визија за осматрање Земље, варијационе методе у компјутерској визији, SLAM и визуелна навигација, инверзни проблеми у компјутерској визији, детекција и препознавање малих и тешко уочљивих објеката, компјутерска визија у реалном времену. |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                     |               |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                     |               |
| Предмет се похађа кроз стандардне облике остваривања наставе и укључује обавезно присуство на предавањима и лабораторијским вежбама. Поред савладавања садржаја предмета предавања имају и задатак да мотивишу даљи самостални рад студената. Консултације и припрема за полагање теоријског испита, одбрану домаћих задатака и самосталну израду предметног пројекта: Писмени испит се полаже у редовним испитним роковима и на њему је потребно остварити најмање 50% предвиђених поена; предметни пројекат се предаје у целисти и усмено брани.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |                     |               |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

Оцене знања (максимални број поена 100)

| Предиспитне обавезе | Обавезна | Поена | Завршни испит        | Обавезна | Поена |
|---------------------|----------|-------|----------------------|----------|-------|
| Домаћи задатак      | Да       | 10.00 | Теоријски део испита | Да       | 60.00 |
| Домаћи задатак      | Да       | 10.00 |                      |          |       |
| Предметни пројекат  | Да       | 20.00 |                      |          |       |

Литература

| Р.бр. | Аутор-и                                                | Наслов                                                                                                           | Издавач                                                                                                  | Година |
|-------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1     | Chen, C. H., & et al.                                  | Pattern Recognition and Computer Vision in the New AI Era                                                        | World Scientific Publishing                                                                              | 2025   |
| 2     | Szeliski, R.                                           | Computer Vision: Algorithms and Applications                                                                     | Springer, публику<br>аваилабле at<br><a href="https://szeliski.org/Book/">https://szeliski.org/Book/</a> | 2010   |
| 3     | Krig, S.                                               | Computer Vision Metrics: Survey, Taxonomy, and Analysis                                                          | Apress                                                                                                   | 2014   |
| 4     | Aggarwal, C. C.                                        | Neural Networks and Deep Learning                                                                                | Springer                                                                                                 | 2018   |
| 5     | Minh, H. Q., & Murino, V.                              | Covariances in Computer Vision and Machine learning, Synthesis Lectures on Computer Vision #13                   | Morgan & Claypool Publishers                                                                             | 2018   |
| 6     | Hansen, P. C., Jorgensen, J. S., & Lionheart, W. R. B. | Computed Tomography - Algorithms, Insights, and just enough Theory                                               | Society for Industrial and Applied Mathematics                                                           | 2021   |
| 7     | Torralba, A., Isola, P., & Freeman, W.                 | Foundations of computer vision                                                                                   | MIT Press                                                                                                | 2024   |
| 8     | Hazan, T., Papandreou, G., Tarlow, D.                  | Perturbations, Optimization, and Statistics                                                                      | MIT Press                                                                                                | 2016   |
| 9     | Hartley, R., & Zisserman, A.                           | Multiple View Geometry in Computer Vision                                                                        | Cambridge University Press                                                                               | 2011   |
| 10    | Paper, D.                                              | Tensorflow 2.x in the Colaboratory cloud                                                                         | Apress                                                                                                   | 2021   |
| 11    | Kaehler, A., & Bradski, G.                             | Learning OpenCV 3: Computer Vision in C++ with the OpenCV Library                                                | OReilly                                                                                                  | 2016   |
| 12    | Shilkrot, R., & Escriva, D. M.                         | Mastering OpenCV 4: A Comprehensive Guide to Building Computer Vision and Image Processing Applications with C++ | Packt Publishing                                                                                         | 2018   |
| 13    | Часопис                                                | International Journal of Computer Vision                                                                         | Спрингер                                                                                                 | 2025   |
| 14    |                                                        | IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence                                                   | IEEE Standards Association                                                                               | 2025   |
| 15    | Бркљач, Б.                                             | Материјали са предавања                                                                                          | Нови Сад: Факултет техничких наука                                                                       | 2025   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                              |                                                                      |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Наставни предмет             | <b>Експертски системи и подршка клиничком одлучивању</b>             |
| Ознака предмета: 25.EAI067   |                                                                      |
| Број ЕСПБ: 6                 |                                                                      |
| Програм(и) у којем се изводи | ЕАИ - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет |
| УНО предмета                 | ОМ2 - Математика у техници (II годишњи) (МАС), Изборни предмет       |
| Наставници:                  | Примењене рачунарске науке и информатика                             |
|                              | Купусинац Д. Александар, Редовни професор                            |
|                              | Врбашки В. Дуња, Доцент                                              |

| Број часова активне наставе (недељно) |                 |                      |                     |               |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------|---------------------|---------------|
| Предавања                             | Аудиторне вежбе | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |
| 3.00                                  | 0.00            | 3.00                 | 0.00                | 0.00          |

|                     |      |
|---------------------|------|
| Предмети предуслови | Нема |
|---------------------|------|

Услови:

1. Образовни циљ:

Упознавање студената са експертским системима и њиховом улогом у оквиру вештачке интелигенције. Разумевање и усвајање знања и метода неопходних за реализацију система базираног на знању у медицини који се ослања на примену метода машинског учења. Развој експертског софтверског решења који подразумева све фазе и проблеме у процесу одабира, имплементације и валидације методе машинског учења.

2. Исходи образовања (Стечена знања):

Студенти препознају домене у којима постоји потреба за развој експертског система и управљање знањем. Самостално обликују захтеве и дизајнирају и имплементирају интелигентне софтверске системе за подршку одлучивању. Посебно познају проблематику система за подршку клиничком одлучивању. Заснивају имплементације на методама машинског учења. Анализирају, упоређују и траже најбоље програмско решење за реализацију система вештачке интелигенције.

3. Садржај/структура предмета:

Дефиниција експертског система. Формална репрезентација знања. Прости и сложени експертски системи. Системи одлучивања. Механизми доношења одлуке. Алгоритамска дијагностика. Прикупљање и складиштење података и етички аспекти употребе медицинских података. Претпроцесирање података и инжењеринг карактеристика. Препознавање и решавање проблема у овим процесима. Упоређивање и избор модела машинског учења. Мерење перформанси модела машинског учења. Дизајн валидних експеримената за развој модела машинског учења у оквиру имплементације експертског система.

4. Методе извођења наставе:

Облици извођења наставе су: предавања, практичан рад на рачунару, самостална израда пројекта и консултације. Предавања се изводе уз презентације где се демонстрирају теоријски оквири, програмске технике, постојећа решења и научни правци истраживања. На вежбама студенти самостално раде задатке који прате теме обрађене на предавањима. Сви студенти су дужни да ураде и домаће задатке који се прегледају и кратко бране. Пројекат се реализује до краја семестра и подразумева имплементацију једног експертског система. Ради се самостално и брани на крају семестра. Усмени испит се полаже у свим испитним роковима.

Оцене знања (максимални број поена 100)

| Предиспитне обавезе | Обавезна | Поена | Завршни испит                           | Обавезна | Поена |
|---------------------|----------|-------|-----------------------------------------|----------|-------|
| Домаћи задатак      | Да       | 20.00 | Усмени део испита                       | Да       | 15.00 |
| Предметни пројекат  | Да       | 50.00 | Презентација и завршна одбрана пројекта | Да       | 15.00 |

Литература

| Р.бр. | Аутор-и                               | Наслов                                                                        | Издавач                          | Година |
|-------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------|
| 1     | Russell, S. J., & Norvig, P.          | Artificial intelligence: A Modern Approach                                    | London: Pearson Education        | 2016   |
| 2     | Akerkar, R., & Sajja, P.              | Knowledge-Based Systems                                                       | Jones & Bartlett Learning        | 2010   |
| 3     | Berner, E.                            | Clinical decision support systems                                             | Springer Science+ Business Media | 2007   |
| 4     | Бојић, Д., Велашевић, Д., & Мишић, В. | Збирка задатака из експертских система                                        | Београд: Академска мисао         | 2009   |
| 5     | Max, K., & Kjell, J.                  | Feature Engineering and Selection: A Practical Approach for Predictive Models | CRC Press                        | 2019   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                          |                                                                                                                                                 |                      |                                |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                          | Примена вештачке интелигенције у рачунарској неуронауци                                                                                         |                      |                                |                |
| Ознака предмета: 25.EK602                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                          |                                                                                                                                                 |                      |                                |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                          |                                                                                                                                                 |                      |                                |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                          | Е10 - Енергетика, електроника и телекомуникације (МАС), Изборни предмет<br>ЕАI - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет |                      |                                |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                          | Телекомуникације и обрада сигнала                                                                                                               |                      |                                |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                          | Петровић С. Владимир, Редовни професор                                                                                                          |                      |                                |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                          |                                                                                                                                                 |                      |                                |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                          | Аудиторне вежбе                                                                                                                                 | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР            | Остали часови  |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                          | 0.00                                                                                                                                            | 2.00                 | 0.00                           | 0.00           |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                          | Нема                                                                                                                                            |                      |                                |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                          |                                                                                                                                                 |                      |                                |                |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                          |                                                                                                                                                 |                      |                                |                |
| Предмет пружа практичан увод у основе рачунарске неуронауке и модерне методе вештачке интелигенције, са фокусом на дубоко учење, те како се оне могу користити за анализу и моделирање мождане активности и понашања, али и како неуронаука инспирише нове архитектуре и алгоритме машинског учења.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                          |                                                                                                                                                 |                      |                                |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                          |                                                                                                                                                 |                      |                                |                |
| Студенти ће кроз курикулум и финални пројекат бити обучени да сами створе техничко решење, на бази најновијих АИ модела, које одговара савременим изазовима у анализи неуролошких података, декодовању мождане активности, спајајући теорију и праксу из оба поља.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                          |                                                                                                                                                 |                      |                                |                |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                          |                                                                                                                                                 |                      |                                |                |
| Предмет нуди пресек вештачке интелигенције и рачунарске неуронауке, са фокусом на примењиве савремене технике машинског учења за разумевање неуралних система и како тренутна схватања како мозак функционише обликују развој ВИ.<br>1. Основе рачунарске неуронауке: Увод у неурално кодирање, популациону динамику и класичне моделе (Hodgkin-Huxley, integrate-and-fire неурони); преглед како рачунарске методе помажу у разумевању функција мозга.<br>2. Анализа неуралних података традиционалним методама и помоћу машинског учења: Технике за препроцесирање и анализу неуралних снимака (сортирање импулса, редукција димензионалности са PCA/t-SNE/UMAP); примена надгледаног и ненадгледаног учења на неуралне скупове података.<br>3. Вештачке неуронске мреже и биолошка аналогија: Поређење вештачких неуронских мрежа са биолошким неуронским мрежама; истраживање биолошки инспирисаних архитектура, правила учења (backprop vs. Hebbian учење) и проблема доделе заслуга.<br>4. Дубоко учење за неурално декодовање: Коришћење дубоког учења за декодовање понашања, намере или сензорних стимулуса из неуралне активности; примене у интерфејсима мозак-компјутер и неуронске повратне спреге.<br>5. Рекурентне неуронске мреже и неурална динамика: Моделовање темпоралне динамике у мозгу помоћу РНН-ова, ЛСТМ-ова и reservoir computing-a, као и трансформера; разумевање атрактора, хаоса и динамичких система у неуралним колима.<br>6. Учење репрезентација и сензорни системи: Како дубоке мреже уче хијерархијске репрезентације сличне сензорним кортексима; поређење хијерархија карактеристика ЦНН-а са визуелном обрадом у кортексу V1-ИТ.<br>7. Reinforcement learning и мозак: Допамин и грешке у предвиђању награде; temporal difference учење; везе између РЛ алгоритама и базалних ганглија.<br>8. Генеративни модели и неурално закључивање: Варијациони аутоенкодери, ГАН-ови и дифузиони модели као оквири за разумевање предиктивног кодовања, Бајесове хипотезе мозга и перцептуалног закључивања.<br>9. Рачунарска неуронука и графовске неуронске мреже: Анализа мождане повезаности (структурне, функционалне) помоћу теорије графова и ГНН-ова; разумевање мрежне топологије, модуларности и протока информација.<br>10. АИ за открића: Од података до хипотеза?: Коришћење АИ алата за убрзавање неуронаучних истраживања—аутоматизовано дизајнирање експеримената, каузално закључивање, симулације великих размера и грађење теорија уз помоћ АИ-а. |                                                          |                                                                                                                                                 |                      |                                |                |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                          |                                                                                                                                                 |                      |                                |                |
| Основни теоријски концепти ће бити објашњени на предавањима, праћени презентацијама креираним на основу релевантне литературе. На рачунарским вежбама студенти ће анализирати неуролошке податке коришћењем модела представљеним на предавањима.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                          |                                                                                                                                                 |                      |                                |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                          |                                                                                                                                                 |                      |                                |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                          | Обавезна                                                                                                                                        | Поена                | Завршни испит                  | Обавезна Поена |
| Одбрањене рачунарске вежбе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                          | Да                                                                                                                                              | 10.00                | Колоквијум                     | Да 35.00       |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                          | Да                                                                                                                                              | 55.00                |                                |                |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                          |                                                                                                                                                 |                      |                                |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Аутор-и                                                  | Наслов                                                                                                                                          |                      | Издавач                        | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Bronstein, M. M., Bruna, J., Cohen, T., & Veličković, P. | Geometric deep Learning: Grids, Groups, Graphs, Geodesics, and Gauges                                                                           |                      | Arxiv, Cornell University, USA | 2021           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |                                      |                                                                                          |                                    |        |
|------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и                              | Наслов                                                                                   | Издавач                            | Година |
| 2          | Quiroga, R. Q., & Panzeri, S. (Eds.) | Principles of Neural Coding                                                              | CRC Press                          | 2013   |
| 3          | Eliasmith, C., & Anderson, C. H.     | Neural Engineering: Computation, Representation, and Dynamics in Neurobiological Systems | MIT Press                          | 2003   |
| 4          | Божанић, Н., & Петровић, В.          | Примена вештачке интелигенције у рачунарској неуронауци                                  | Нови Сад: Универзитет у Новом Саду | 2025   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                               |                      |                                  |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | Процеси у развоју аутомобилског софтвера                                                                                      |                      |                                  |               |
| Ознака предмета: 25.RT60                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                               |                      |                                  |               |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                               |                      |                                  |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | Е20 - Рачунарство и аутоматика (МАС), Изборни предмет<br>ЕАI - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет |                      |                                  |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | Рачунарска техника и рачунарске комуникације                                                                                  |                      |                                  |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | Крунић В. Момчило, Ванредни професор                                                                                          |                      |                                  |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                               |                      |                                  |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | Аудиторне вежбе                                                                                                               | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР              | Остали часови |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | 0.00                                                                                                                          | 2.00                 | 0.00                             | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Нема                                                                                                                          |                      |                                  |               |
| Услови: Системска програмска подршка у реалном времену 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                               |                      |                                  |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                               |                      |                                  |               |
| Упознавање студената са процесима у развоју аутомобилског софтвера и њихово оспособљавање за: дизајнирање, реализацију и тестирање компонената аутомобилских софтверских система базираним на аутомобилским стандардима ISO26262, ASPICE, примењујући Агилне методе.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                               |                      |                                  |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                               |                      |                                  |               |
| Након успешно савладаног предмета, студент је оспособљен да разуме, објасни, и примени процесе и стандарде (ISO26262, ASPICE) софтверског инжењерства за индустрију аутомобилског софтвера. Практични део наставе оспособљава студента за: пројектовање, имплементацију, и тестирање напредних система за испомоћ возачу (ADAS) у оквиру Робот Оперативног Система (РОС) користећи програмске језике Python и C++.                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                               |                      |                                  |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                               |                      |                                  |               |
| 1. Увод<br>Упознавање са актуелним трендовима у развоју аутомобилског софтвера.<br>Основе Есенцијалних Система у Аутомобилу:<br>Контролни системи отворено-петље и затворено-петље<br>Дискретни системи<br>Уграђени системи<br>Системи у реалном времену<br>Дистрибуирани и умрежени системи<br>Поузданост, безбедност, надгледање и дијагностика система                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                               |                      |                                  |               |
| 2. Процеси у Развоју Аутомобилског софтвера - Системски и софтверски инжењеринг (В - модел):<br>Архитектура софтвера: Преглед и документација<br>Анализа корисничких захтева и спецификација архитектуре логичког система<br>Анализа архитектуре логичког система и спецификација архитектуре техничког система<br>Спецификације софтверске архитектуре и функције - АУТОСАР (Classic и Adaptive)<br>Интеграција и стратегије тестирања - МИЛ, СИЛ и ХИЛ<br>РОС (Робот Оперативни Систем) - Платформа за брзо прототипирање                                                                           |  |                                                                                                                               |                      |                                  |               |
| 3. Управљање процесима у развоју аутомобилског софтвера:<br>Скалирани агилни развој софтвера (ЛеСС, САФе)<br>(ISO 15504 / ASPICE<br>(ISO 26262 / Функционална безбедност у возилима                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                               |                      |                                  |               |
| 4. Практичан рад у лабораторији<br>Обухвата дизајнирање, реализацију и тестирање напредних система за испомоћ возачу (ADAS), као што је, на пример, систем за упозоравање од фронталног судара (FCW). Практична настава се одвија у лабораторији користећи: РОС (Робот Оперативни Систем) и Autoware платформу за брзо прототиписање напредних система за испомоћ возачу (ADAS), користећи програмске језике Python и C++.                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                               |                      |                                  |               |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                               |                      |                                  |               |
| Предавања се изводе кроз интерактивну наставу са студентима. Првог дана студенти се деле у такозване Скрам тимове. Сваког дана, након завршеног предавања, тимови се окупљају и рекапитулирају испричано градиво. Након тога следи интерактивна дискусија између присутних тимова и Професора.<br>Аудиторне вежбе се изводе кроз показну студију случаја Робот Оперативног Система и Аутоваге платформе.<br>Практичне вежбе подразумевају прототиписање напредних система за испомоћ возачу (ADAS), користећи програмске језике Python и C++ у оквиру Робот Оперативног Система и Autoware платформе. |  |                                                                                                                               |                      |                                  |               |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                               |                      |                                  |               |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Обавезна                                                                                                                      | Поена                | Завршни испит                    |               |
| Одбрањене рачунарске вежбе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Да                                                                                                                            | 20.00                | Писмени део испита - комбиновани |               |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | Да                                                                                                                            | 30.00                | задаци и теорија                 |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                               |                      | Да                               | 50.00         |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Р.бр. | Аутор-и                                  | Наслов                                                                              | Издавач                                                                                               | Година |
|-------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1     | Cochlovius, E., & Stiegler, A.           | Frame-synchronous, distributed video-decoding for in-vehicle infotainment systems   | Berlin: IEEE International Conference on Consumer Electronics-Berlin (ICCE-Berlin)                    | 2011   |
| 2     | Cochlovius, E., Dodge, D., & Acharya, S. | The Multimedia Engine MME-a Flexible Middleware for Automotive Infotainment Systems | Consumer Electronics, 2008. ICCE 2008. Digest of Technical Papers. International Conference on. IEEE, | 2008   |
| 3     | Kittlaus, H.-B., & Clough, P.            | Software Product Management and Pricing                                             | Berlin: Springer Verlag                                                                               | 2009   |
| 4     | Schauffele, J., & Zurawka, T.            | Automotive Software Engineering: Principles, Processes, Methods, and Tools          | SAE International                                                                                     | 2005   |
| 5     | Navet, N., & Simonot-Lion, F. (Ed.)      | Automotive Embedded Systems Handbook                                                | CRC Press                                                                                             | 2009   |
| 6     | Staron, M.                               | Automotive Software Architectures: An Introduction                                  | Springer International Publishing                                                                     | 2017   |
| 7     | Schauffele, J., & Zurawka, T.            | Automotive Software Engineering: Principles, Processes, Methods, and Tools          | SAE International                                                                                     | 2016   |
| 8     | Krunic, M.                               | Documentation-as-Code in Automotive System/Software Engineering                     | ELEKTRONIKA IR ELEKTROTEHNIKA (ISSN 1392-1215)                                                        | 2023   |
| 9     | Krunic, M.                               | Documentation-as-Code in Automotive System/Software Engineering                     | ELEKTRONIKA IR ELEKTROTEHNIKA (ISSN 1392-1215)                                                        | 2023   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 |                                                                      |                     |               |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------|--|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                 | Анализа и истраживање софтверског кода                               |                     |               |  |
| Ознака предмета: 25.EAI045                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                 |                                                                      |                     |               |  |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                 |                                                                      |                     |               |  |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                 | ЕАИ - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет |                     |               |  |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                 | Примењене рачунарске науке и информатика                             |                     |               |  |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 | Марковић М. Марко, Ванредни професор                                 |                     |               |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 | Сливка Ј. Јелена, Редовни професор                                   |                     |               |  |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                 |                                                                      |                     |               |  |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Аудиторне вежбе | Други облици наставе                                                 | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |  |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.00            | 2.00                                                                 | 0.00                | 0.00          |  |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                 | Нема                                                                 |                     |               |  |
| Услови: Одслушан курс који покрива моделе машинског учења (статистичке моделе и неуронске мреже) је неопходан предуслов за успешно праћење предмета.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                 |                                                                      |                     |               |  |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |                                                                      |                     |               |  |
| Циљ предмета је да студенти стекну знања и вештине за примену савремених метода вештачке интелигенције у анализи, моделовању и генерисању софтверских артефаката, као и разумевање савремених изазова и приступа у овој области.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                 |                                                                      |                     |               |  |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                 |                                                                      |                     |               |  |
| Након успешно савладаног предмета студент ће бити способан да:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |                                                                      |                     |               |  |
| 1. Препозна и формулише проблеме софтверског инжењерства погодне за примену метода вештачке интелигенције.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                 |                                                                      |                     |               |  |
| 2. Процени и одабере релевантне изворе софтверских података у складу са природом задатка.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |                                                                      |                     |               |  |
| 3. Припреми и обради софтверске податке применом одговарајућих поступака претпроцесирања и организације података.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |                                                                      |                     |               |  |
| 4. Примени и упореди различите приступе репрезентацији софтверских артефаката у контексту аналитичких и генеративних задатака.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |                                                                      |                     |               |  |
| 5. Изабере, примени и прилагоди моделе вештачке интелигенције за анализу, моделовање или генерисање софтверских артефаката.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |                                                                      |                     |               |  |
| 6. Дизајнира и спроведе експерименталну евалуацију модела применом одговарајућих метрика и методолошких поступака.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |                                                                      |                     |               |  |
| 7. Тумачи и критички процени резултате добијене применом модела вештачке интелигенције, уз разумевање њихових ограничења, ризика и поузданости.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 |                                                                      |                     |               |  |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |                                                                      |                     |               |  |
| 1. Увод у анализу софтверског кода и проблеме софтверског инжењерства: Проблеми софтверског инжењерства који се могу унапредити применом метода вештачке интелигенције. Основни концепти статичке и динамичке анализе софтвера. Структура софтверских пројеката.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                 |                                                                      |                     |               |  |
| 2. Прикупљање, припрема и организација података за анализу: Извори података: код, метаподаци и историја верзионисања софтверског пројекта. Претпроцесирање, чишћење, организација и анотација података. Екстракција информативних обележја из софтверских артефаката, структурних приказа и историјских података.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                 |                                                                      |                     |               |  |
| 3. Репрезентација софтверских артефаката: Текстуалне, структурне и графичке репрезентације софтверских артефаката. Учење репрезентација методама дубоког учења. Савремени модели за репрезентацију и трансформацију софтверских артефаката засновани на трансформер архитектури, укључујући претрениране моделе као што је CodeT5.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                 |                                                                      |                     |               |  |
| 4. Примена модела вештачке интелигенције у софтверском инжењерству: Примена модела вештачке интелигенције, укључујући моделе машинског учења, моделе дубоког учења и велике језичке моделе, на задатке аутоматске анализе, генерисања и објашњавања софтверских артефаката. Основни принципи обучавања, прилагођавања и евалуације модела у контексту софтверског инжењерства. Ограничења, ризици и питања поузданости при примени савремених модела вештачке интелигенције у развојном процесу.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                 |                                                                      |                     |               |  |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |                                                                      |                     |               |  |
| Настава се реализује кроз предавања и рачунарске вежбе које прате теоријске концепте обрађене на часу. Предавања уводе кључне теме из области анализе софтверских артефаката и примене метода вештачке интелигенције у софтверском инжењерству, уз анализу примера из савремене литературе и праксе. Рачунарске вежбе омогућавају студентима да примене изучене методе кроз практичне задатке који обухватају припрему и обраду података, примену различитих приступа репрезентацији софтверских артефаката и коришћење модела вештачке интелигенције за аналитичке и генеративне задатке. У оквиру самосталног пројекта студент бира проблем из области анализе софтверског кода који се може решавати методама вештачке интелигенције, формулише га као задатак обраде софтверских података, бира одговарајући методолошки приступ и евалуира добијено решење. Пројекат се документује и презентује на крају курса. |                 |                                                                      |                     |               |  |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

Оцене знања (максимални број поена 100)

| Предиспитне обавезе | Обавезна | Поена | Завршни испит                           | Обавезна | Поена |
|---------------------|----------|-------|-----------------------------------------|----------|-------|
| Предметни пројекат  | Да       | 70.00 | Презентација и завршна одбрана пројекта | Да       | 30.00 |

Литература

| Р.бр. | Аутор-и                                     | Наслов                                                                   | Издавач                                                                                                                       | Година |
|-------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1     | Martin, R. C., Grenning, J., & Brown, S.    | Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design | Prentice Hall                                                                                                                 | 2018   |
| 2     | Trask, A. W.                                | Grokking Deep Learning                                                   | Simon and Schuster                                                                                                            | 2019   |
| 3     | Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. | Deep Learning                                                            | Cambridge: MIT Press                                                                                                          | 2017   |
| 4     | Martin, R.                                  | Јасан код (Clean Code): приручник за писање јасних програма              | Београд: Микро књига                                                                                                          | 2020   |
| 5     | Николић, М., & Зечевић, А.                  | Машинско учење                                                           | Сопствено издање, доступно на <a href="https://ml.matf.bg.ac.rs/readings/ml.pdf">https://ml.matf.bg.ac.rs/readings/ml.pdf</a> | 2019   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                       |                                                                                                                                                 |                     |                               |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------|--------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                       | Анализа медицинске слике                                                                                                                        |                     |                               |        |
| Ознака предмета: 25.EK557                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                       |                                                                                                                                                 |                     |                               |        |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                       |                                                                                                                                                 |                     |                               |        |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                       | Е10 - Енергетика, електроника и телекомуникације (МАС), Изборни предмет<br>ЕАI - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет |                     |                               |        |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                       | Телекомуникације и обрада сигнала                                                                                                               |                     |                               |        |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                       | Петровић С. Владимир, Редовни професор                                                                                                          |                     |                               |        |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                       |                                                                                                                                                 |                     |                               |        |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Аудиторне вежбе                       | Други облици наставе                                                                                                                            | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови                 |        |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0.00                                  | 2.00                                                                                                                                            | 0.00                | 0.00                          |        |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                       | Нема                                                                                                                                            |                     |                               |        |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                       |                                                                                                                                                 |                     |                               |        |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                       |                                                                                                                                                 |                     |                               |        |
| Упознавање са напредним методама компјутерске анализе медицинских слика. Упознавање са основним правцима развоја машинског вида у медицини и примена знања на решавање конкретних проблема из анализе медицинских слика.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                       |                                                                                                                                                 |                     |                               |        |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                       |                                                                                                                                                 |                     |                               |        |
| Познавање савремених алата у анализи медицинске слике у циљу квантитативне и квалитативне анализе дијагностичких снимака. Спознавање основних циљева разних приступа и контекста анализе слике и разлучивање оптималних домена примене појединачних савремених алгоритама за анализу. Практично искуство у примени савремених метода анализе медицинске слике на реалне дијагностичке медицинске снимке.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                       |                                                                                                                                                 |                     |                               |        |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                       |                                                                                                                                                 |                     |                               |        |
| Предавања уводе и обухватају неколико теоријских тема које се касније разрађују у практичном делу предмета на вежбама и пројектима.<br>1. Увод и основни појмови: Дијагностика, медицинска слика, модалитети снимања, димензионалност слике, изотропија, динамичка слика, додатни подаци, чување медицинске слике<br>2. Примене анализа медицинске слике: Које проблеме решава, у које сврхе, дијагностичка обрада, квантитативна анализа сигнала ван људске моћи, дијагностичко закључивање, проблеми откривања (детекције и локализације), препознавања (класификације), сегментације и регистрације, основне методе<br>3. Мултивеличинска анализа слике: проблем величине у слици, анализа и пирамидалне представе слике, слике детаља; мултивеличинске обраде слике и хијерархијска анализа<br>4. Регистрација слике: промена перспективе слике, упаривање перспектива, геометријске и структурне кореспонденције, мерење разлика/сличности између слика, подешавање геометрије; деформације слике, деформабилна регистрација<br>5. Увод у конволуционе неуралне мреже: принципи рада конволуционих неуралних мрежа; откривање обележја, смањење димензионалности; класификација слика и структура; процес обуке; објективне функције<br>6. Перформансе и евалуација модела: Практични аспекти перформансе, пробабилистичке мере, зависност од података; мере тачности модела, постизање жељених перформанси избором објективних мера; поређење перформанси<br>7. Значајне архитектуре модела дубоког учења за анализу медицинске слике: Архитектуре модела, одлике модела и њихови елементи, примене различитих архитектура на различите проблеме у анализи медицинске слике |                                       |                                                                                                                                                 |                     |                               |        |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                       |                                                                                                                                                 |                     |                               |        |
| Аудиторна предавања; активне рачунарске вежбе на решавању реалних проблема анализе медицинске слике у Python/Matlab програмском окружењу.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                       |                                                                                                                                                 |                     |                               |        |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                       |                                                                                                                                                 |                     |                               |        |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                       | Обавезна                                                                                                                                        | Поена               | Завршни испит                 |        |
| Одбрањене рачунарске вежбе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                       | Да                                                                                                                                              | 20.00               | Колоквијум                    |        |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                       | Да                                                                                                                                              | 50.00               |                               |        |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                       |                                                                                                                                                 |                     |                               |        |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Аутор-и                               | Наслов                                                                                                                                          |                     | Издавач                       | Година |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Toennies, K. D.                       | Guide to Medical Image Analysis                                                                                                                 |                     | Springer                      | 2017   |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Sonka, M., Hlavac, V., & Boyle, R.    | Image Processing, Analysis and Machine Vision                                                                                                   |                     | Toronto: Thompson Learning    | 2008   |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Петровић, В. & Божанић, Н.            | Анализа медицинске слике: Скрипта                                                                                                               |                     |                               | 2025   |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Raschka, S., Liu, Y., & Mirjalili, V. | Mašinsko učenje uz PyTorch i Scikit-Learn                                                                                                       |                     | Beograd: Kompjuter biblioteka | 2022   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                       |                 |                                                                                                                                                                                                                 |                     |               |  |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------|--|
| Наставни предмет                      |                 | Међурачунарске комуникације и рачунарске мреже 2                                                                                                                                                                |                     |               |  |
| Ознака предмета: 25.RT57              |                 |                                                                                                                                                                                                                 |                     |               |  |
| Број ЕСПБ: 6                          |                 |                                                                                                                                                                                                                 |                     |               |  |
| Програм(и) у којем се изводи          |                 | E20 - Рачунарство и аутоматика (MAC), Изборни предмет<br>EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет<br>SE0 - Софтверско инжењерство и информационе технологије (MAC), Изборни предмет |                     |               |  |
| УНО предмета                          |                 | Рачунарска техника и рачунарске комуникације                                                                                                                                                                    |                     |               |  |
| Наставници:                           |                 | Поповић В. Мирослав, Редовни професор                                                                                                                                                                           |                     |               |  |
| Број часова активне наставе (недељно) |                 |                                                                                                                                                                                                                 |                     |               |  |
| Предавања                             | Аудиторне вежбе | Други облици наставе                                                                                                                                                                                            | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |  |
| 3.00                                  | 0.00            | 2.00                                                                                                                                                                                                            | 0.00                | 0.00          |  |
| Предмети предуслови                   |                 | Нема                                                                                                                                                                                                            |                     |               |  |

Услови: Одслушан курс из рачунарских мрежа нивоа основних академских студија.

#### 1. Образовни циљ:

Главни циљ предмета је оспособљавање студената за пројектовање, реализацију и тестирање комуникационе подршке интелигентних интернет система, тј. система заснованих на интернет технологији и вештачкој интелигенцији, који данас представљају једну од главних области примене вештачке интелигенције.

У когнитивном домену, студенти се оспособљавају за анализу и синтезу комуникационе подршке, у психомоторном домену, студенти се оспособљавају за артикулацију решења компонената комуникационе подршке, док се у афективном домену оспособљавају за вредновање и карактерисање предметне комуникационе подршке.

#### 2. Исходи образовања (Стечена знања):

Главни исход предмета је оспособљеност студената за пројектовање, реализацију и тестирање комуникационе подршке интелигентних интернет система.

У когнитивном домену, студенти су оспособљени за анализу и синтезу комуникационе подршке, у психомоторном домену, студенти су оспособљени за артикулацију решења компонената комуникационе подршке, док се у афективном домену оспособљени за вредновање и карактерисање предметне комуникационе подршке.

#### 3. Садржај/структура предмета:

Увод. Део 1: Пројектовање комуникационих протокола (Захтеви. Пројекат. Реализација. Тестирање и верификација.) Део 2: Облаци и ивичне мреже (Контејнери. Оркестрација. Микросервиси. Рачунање без сервера. DevOps. Рачунање на ивици и IoTs. Заштита и приватност.) Део 3: Интелигентни интернет системи (Пројектовање дистрибуираних система. Примена вештачке интелигенције у интернет системима. Примери примена: паметни градови, групе аутономних возила, систем здравствене заштите, индустрија 4.0, итд.).

#### 4. Методе извођења наставе:

Предавања: Студенти стичу теоријска знања из предметног садржаја и оспособљавају се за пројектовање комуникационе подршке интелигентних интернет система у целини и њених компонената заснованих на вештачкој интелигенцији. Пројектовање се заснива на следећим језицима и алатима: SDL, MSC, UML, CSP, PAT.

Туторијали и рачунарске вежбе: Студенти се оспособљавају за реализацију и тестирање комуникационе подршке, коришћењем актуелних програмских језика и софтверских алата, као што су: C++, FSMlib, CppUnit, Python, Go, gRPC, NATS, итд.

Консултације: Студенти имају могућност за додатна објашњења и помоћ од стране предметног наставника и асистената.

#### Оцене знања (максимални број поена 100)

| Предиспитне обавезе        | Обавезна | Поена | Завршни испит        | Обавезна | Поена |
|----------------------------|----------|-------|----------------------|----------|-------|
| Одбрањене рачунарске вежбе | Да       | 30.00 | Теоријски део испита | Да       | 30.00 |
| Предметни пројекат         | Да       | 40.00 |                      |          |       |

#### Литература

| Р.бр. | Аутор-и      | Наслов                                                             | Издавач                                            | Година |
|-------|--------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------|
| 1     | Popović, M.  | Communication Protocol Engineering (2nd Edition)                   | CRC Press                                          | 2018   |
| 2     | Поповић, М.  | Основе дистрибуираних система у реалном времену (3. измењено изд.) | Универзитет у Новом саду, Факултет техничких наука | 2021   |
| 3     | Comer, D. E. | The Cloud Computing Book: The Future Of Computing Explained        | CRC Press                                          | 2021   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                             |                      |                     |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | Интелигентни ембедед системи                                                                                                |                      |                     |               |
| Ознака предмета: 25.EAI058                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                             |                      |                     |               |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                             |                      |                     |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет                                                        |                      |                     |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | Електроника                                                                                                                 |                      |                     |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | Струхарик Ј. Растислав, Редовни професор<br>Теодоровић Ђ. Предраг, Ванредни професор<br>Врањковић С. Вук, Ванредни професор |                      |                     |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                             |                      |                     |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | Аудиторне вежбе                                                                                                             | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | 0.00                                                                                                                        | 3.00                 | 0.00                | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Нема                                                                                                                        |                      |                     |               |
| Услови: IoT технологије и Edge Computing, Анализа процеса и података на мрежама, Машинско учење у IoT технологијама, Ембедед системи са континуираним учењем                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                             |                      |                     |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                             |                      |                     |               |
| Машинско учење се данас доминатно налази лоцирано у облаку, извршавајући се на моћним серверима или радним станицама. Међутим, будућност вештачке интелигенције јасно је везана за њено измештање изван облака и уградњу унутар уређаја који се налазе што ближе изворима информација које је потребно обрадити (тзв. „Edge AI“). Разлози за то су вишеструки: пропусни опсег и кашњење система, децентрализација и сигурност, поузданост и расположивост, специфични захтеви обраде, итд. Студенти ће се упознати са основама, трендовима и алатима у развоју AI/ML алгоритама намењених коришћењу унутар ембедед система. Edge AI системи захтевају развој решења са ниском ценом фабрикације и одржавања, радом у условима врло ограничених меморијских, рачунарских и енергетских ресурса. Ово за последицу има потпуно другачији приступ приликом развоја и одабира постојећих AI/ML алгоритама за потребе њивове примене унутар ембедед система.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                             |                      |                     |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                             |                      |                     |               |
| Након успешног завршетка овог курса студенти ће бити способни да:<br>- Разумеју специфичне захтеве који се постављају пред пројектанте Edge AI система.<br>- Одаберу, модификују, или чак и развију нове AI/ML алгоритама који ће бити имплементирани унутар ембедед система.<br>- Одаберу или развију оптималну хардверску платформу ембедед система на којој ће бити имплементирани одабрани AI/ML алгоритами.<br>- Изврше интеграцију, тестирање и валидацију одабраних AI/ML алгоритама унутар ембедед система.<br>- Анализирају резултате добијене у процесу интеграције и изврше потребне промене како би се оствариле захтеване перформансе интелигентног ембедед система.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                             |                      |                     |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                             |                      |                     |               |
| Теоријска настава<br>- Специфичности имплементације алгоритама вештачке интелигенције и машинског учења на хардверским платформама са ограниченим ресурсима. Преглед најчешћих примена техника вештачке интелигенције и машинског учења у ембедед системима.<br>- Преглед техника које се користе приликом развоја нових или прилагођења постојећих алгоритама машинског учења за извршавање на ембедед системима.<br>- Технике спарсификације предиктивних модела (стабала одлуке, CBM, вештачких неуронских мрежа).<br>- Технике квантизације предиктивних модела.<br>- Технике компресије предиктивних модела.<br>- Ефикасне архитектуре конволуционих неуронских мрежа намењених за извршавање на ембедед система ограничених перформанси (MobileNet, SqueezeNet, EfficientNet, NASNet, итд.).<br>- Аутоматско генерисање архитектуре неуронских мрежа сходно крајњим потребама апликације и расположивим ресурсима унутар ембедед система на којем ће се мрежа извршавати (Neural Architecture Search).<br>- Пројектовање наменских хардверских архитектура за ефикасно извршавање алгоритама вештачке интелигенције и машинског учења.<br>- Пројектовање меморијског подсистема наменског ембедед система за извршавање алгоритама вештачке интелигенције и машинског учења. Организација меморијске хијерархије, одабир начина спрезања хардверског акцелератора са меморијом, начини за локално кеширање података.<br>- Пројектовање хардверског акцелераторског блока. Преглед различитих техника паралелизације организације тока података које се могу користити. Развој архитектура за извршавање спарсификованих модела машинског учења. Развој архитектура за динамичку спарсификацију. |  |                                                                                                                             |                      |                     |               |
| Практична настава<br>Рачунарске и лабораторијске вежбе које прате овај курс биће осмишљене на такав начин да кроз практичан рад са постојећим софтверским алатима за тренинг стандардних предиктивних модела машинског и дубоког учења (Scikit-Learn, Keras/TensorFlow, Tiny ML, итд.), уз евентуални додаток посебних пакета за спарсификацију, квантизацију и компресију, илуструју све теоријске концепте који ће бити обрађивани на предавањима. Неизоставни део предмета чини ће самостални студентски пројекат, који ће од сваког студента захтевати да развије један комплетан уграђени електронски систем који ће имплементирати одабрани, претходно прилагођени, предиктивни модел машинског учења и демонстрирати његов успешан рад у циљној апликацији. Овај пројекат ће по правилу бити реализован кроз сарадњу са компанијама које се баве применом алгоритама машинског учења у областима обраде слике, видеа, звука, итд.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                             |                      |                     |               |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. Методе извођења наставе:

Предавања се изводе уз PowerPoint презентације. Праћена су рачунарским и лабораторијским вежбама у Лабораторији за дискретне системе и алгоритме на ФТН. Компаније које се баве применом биолошки инспирисаних неуралних мрежа као и развојем електронских система базираних на биолошки инспирисаним неуралним мрежама примаће студенте на праксу, и омогућиће израду самосталних студентских пројеката. Предиспитне обавезе чиниће успешно завршен и одбрањен самостални студентски пројекат - услов за излазак на испит је 25 од 50 бодова. Кроз колоквијум на половини семестра и у првом испитном року након завршетка слушања предмета може се положити први и други део теоријског испита. Теоријски део испита полагаће се у редовним испитним роковима.

#### Оцене знања (максимални број поена 100)

| Предиспитне обавезе | Обавезна | Поена | Завршни испит                                     | Обавезна | Поена |
|---------------------|----------|-------|---------------------------------------------------|----------|-------|
| Предметни пројекат  | Да       | 40.00 | Писмени део испита - комбиновани задаци и теорија | Да       | 50.00 |
| Презентација        | Да       | 10.00 |                                                   | Не       | 25.00 |
|                     |          |       |                                                   | Не       | 25.00 |

#### Литература

| Р.бр. | Аутор-и                                                                   | Наслов                                                            | Издавач           | Година |
|-------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------|--------|
| 1     | Wang, X., Han, Y.,<br>Leung, V. C. M., Niyato,<br>D., Yan, X., & Chen, X. | Edge AI Convergence of Edge Computing and Artificial Intelligence | Springer          | 2020   |
| 2     | Sze, V., Chen, Y., Yang,<br>T., & Emer, J. S.                             | Efficient Processing of Deep Neural Networks                      | Morgan & Claypool | 2020   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                      |                                                                                     |                      |                               |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                      | Интеракција човека и робота                                                         |                      |                               |               |
| Ознака предмета: 25.EAI062                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                      |                                                                                     |                      |                               |               |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                      |                                                                                     |                      |                               |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                      | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет                |                      |                               |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                      | Машинско инжењерство<br>Мехатроника, роботика, аутоматизација и интегрисани системи |                      |                               |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                      | Раковић М. Мирко, Редовни професор                                                  |                      |                               |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                      |                                                                                     |                      |                               |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                      | Аудиторне вежбе                                                                     | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР           | Остали часови |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                      | 0.00                                                                                | 3.00                 | 0.00                          | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                      | Нема                                                                                |                      |                               |               |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                      |                                                                                     |                      |                               |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                      |                                                                                     |                      |                               |               |
| Циљ овог курса је да се студенти упознају са облашћу интеракције човека и робота која обједињује физичку, вербалну и невербалну интеракције. Област такозваних социјалних робота се развија великом брзином. Основна претпоставка таквих робота је да интерагују са људима свакодневно. У овом предмету студенти ће научити основну терминологију интеракције са роботима и упознаће се са проблематиком физичке интеракције и комуникације са роботима. Студенти треба да науче основне методе за моделивоање понашања робота током интеракције са људима који доводе до, за човека, природног понашања робота. |                                                                                                      |                                                                                     |                      |                               |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                      |                                                                                     |                      |                               |               |
| Студенти су разумели основе физичке, вербалне и невербалне интеракције са роботом. Пошто је вербална интеракција са машинама тема и у другим предметима, у овом предмету су студенти пре свега научили како да моделују физичку и невербалну интеракцију и како да је integriшу са вербалном. Студенти су се упознали са начинима моделирања и управљања. У току курса студенти су се упознали са управљањем и програмирањем робота који се користе у интеракцији са човеком кроз самосталне пројекте у програмским пакетима Газебо и ROS.                                                                       |                                                                                                      |                                                                                     |                      |                               |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                      |                                                                                     |                      |                               |               |
| 1) Физичка интеракција са роботском руком<br>2) Физичка интеракција са дворучним системом<br>3) Гестикације у невербалној интеракцији<br>4) Моделовање кретања трупа и руку за природно понашање робота<br>5) Моделовање кретања врата главе и очију<br>6) Антиципација човековог понашања<br>7) Интеграција више модалитета интеракције<br>8) Моделовање понашања у диадичких и мултиадичким сценаријима                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                      |                                                                                     |                      |                               |               |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                      |                                                                                     |                      |                               |               |
| Настава се изводи кроз предавања, рачунарске вежбе и консултације. Рачунарске вежбе су организоване тако да студенти прођу кроз процес припреме експеримента, прикупљања и постпроцесирања реалних података који су битни за моделивање понашања човека. У пројектном задатку студенти користе методе из области вештачке интелигенције да моделују понашање човека и примене га на роботу за интеракцију са човеком.                                                                                                                                                                                            |                                                                                                      |                                                                                     |                      |                               |               |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                      |                                                                                     |                      |                               |               |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                      | Обавезна                                                                            | Поена                | Завршни испит                 |               |
| Пројектни задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                      | Да                                                                                  | 50.00                | Практични део испита - задаци |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                      |                                                                                     |                      | Да                            | 50.00         |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                      |                                                                                     |                      |                               |               |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Аутор-и                                                                                              | Наслов                                                                              |                      | Издавач                       | Година        |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Siciliano, B., & Khatib, O.                                                                          | Springer handbook of robotics                                                       |                      | Springer                      | 2016          |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Nørskov, M.                                                                                          | Social Robots: Boundaries, Potential, Challenges                                    |                      | Taylor & Francis              | 2017          |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Takayuki, K., & Ishiguro, H.                                                                         | Human-Robot Interaction in Social Robotics                                          |                      | CRC Press                     | 2017          |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Jost, C., Le Pévédic, B., Belpaeme, T., Bethel, C., Chrysostomou, V., Crook, N..., & Grandgeorge, M. | Human-Robot Interaction Evaluation Methods and Their Standardization                |                      | Springer                      | 2020          |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                       |                 |                                                                      |                     |               |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------|
| Наставни предмет                      |                 | Мултимодални агентски системи                                        |                     |               |
| Ознака предмета: 25.EAI063            |                 |                                                                      |                     |               |
| Број ЕСПБ: 6                          |                 |                                                                      |                     |               |
| Програм(и) у којем се изводи          |                 | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет |                     |               |
| УНО предмета                          |                 | Примењене рачунарске науке и информатика                             |                     |               |
| Наставници:                           |                 | Ћулибрк Р. Дубравко, Редовни професор                                |                     |               |
| Број часова активне наставе (недељно) |                 |                                                                      |                     |               |
| Предавања                             | Аудиторне вежбе | Други облици наставе                                                 | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |
| 3.00                                  | 0.00            | 3.00                                                                 | 0.00                | 0.00          |
| Предмети предуслови                   |                 | Нема                                                                 |                     |               |

Услови:

#### 1. Образовни циљ:

Курс је технолошки оријентисан и осмишљен је да пружи преглед најсавременијих технологија у области мултимодалних агентских система базираних на вештачкој интелигенцији студентима мастер студија, којима је потребно основно предзнање из информационих технологија и вештачке интелигенције, математике или сродних области. Нагласак је на великим језичким моделима (LLM), мултимодалним језичким моделима (VLM), као и на креирању и оркестрирању интелигентних агената заснованих на овим технологијама. Након завршетка курса, студенти ће стећи теоријска знања и практичне вештине, што ће им омогућити да примене предметну технологију како би поједноставили пословне операције, смањили трошкове и повећали продуктивност, као и да се укључе у истраживачке пројекте у области мултимодалне агентске вештачке интелигенције и њених примена.

#### 2. Исходи образовања (Стечена знања):

Након завршетка курса студенти ће имати знања и вештине које ће им омогућити да користе технике вештачке интелигенције, а посебно велике језичке моделе (LLM-ове), мултимодалне језичке моделе (VLM-ове) и разноврсне тимове интелигентних агената за решавање практичних проблема. Поред тога, стећи ће практичне вештине у развоју софтверских решења коришћењем PyTorch, LangGraph и LangChain окружења за моделирање и тренирање дубоких неуронских мрежа, као и оркестрацију агената заснованих на LLM-овима. Кроз практичну обуку засновану на NVIDIA DLI радионицама, студенти ће развијати и имплементирати практичне агентске системе вештачке интелигенције засноване на дубоком учењу на серверима у облаку и имати прилику да стекну одговарајуће NVIDIA DLI сертификате.

#### 3. Садржај/структура предмета:

У овом курсу, студенти ће најпре стећи чврсто разумевање и практично знање о развоју апликација заснованих на великим језичким моделима (LLM) и релевантном екосистему решења отвореног кода, укључујући претходно обучене LLM-ове, који омогућују брз развој апликација заснованих на LLM-у. У наставку ће курс обухватити: различите типове података и како их припремити за неуронске мреже; фузију модела и разлике између ране, касне и средње фузије; екстракцију информација из различитих формата података (нпр. екстракција из PDF-ова помоћу OCR-а); разлику између модалитета и оркестрације агената и основе претраге и сумирања видеа.

#### 4. Методе извођења наставе:

Предавања, лабораторијске вежбе и индивидуални задатак (пројекат). У оквиру вежби ће студенти бити оспособљени за имплементацију програмских решења у програмском окружењима PyTorch, LangGraph и LangChain, кроз одговарајуће радионице NVIDIA института за дубоко учење (NVIDIA DLI). Усвајање теоретских знања са предавања на усменом испиту, а индивидуални задатак ће укључивати практичну имплементацију система машинског учења базираних на дубоком учењу и агентима, одговарајуће сложености. Предиспитне обавезе чиниће успешно завршен и одбрањен самостални предметни пројекат, као и скупљен адекватан број бодова са вежби - услов за излазак на испит је 20 од 40 бодова.

#### Оцене знања (максимални број поена 100)

| Предиспитне обавезе        | Обавезна | Поена | Завршни испит     | Обавезна | Поена |
|----------------------------|----------|-------|-------------------|----------|-------|
| Одбрањене рачунарске вежбе | Да       | 40.00 | Усмени део испита | Да       | 30.00 |
| Предметни пројекат         | Да       | 30.00 |                   |          |       |

#### Литература

| Р.бр. | Аутор-и                                     | Наслов        | Издавач              | Година |
|-------|---------------------------------------------|---------------|----------------------|--------|
| 1     | Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. | Deep Learning | Cambridge: MIT Press | 2017   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                |                                                                                                                                                          |                      |                     |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                | Безбедно рачунарство са очувањем приватности                                                                                                             |                      |                     |                |
| Ознака предмета: 25.НРС10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                |                                                                                                                                                          |                      |                     |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                |                                                                                                                                                          |                      |                     |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                | DR1 - Дистрибуирано рачунарство и информациони инжењеринг (МАС), Изборни предмет<br>EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет |                      |                     |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                | Примењене рачунарске науке и информатика                                                                                                                 |                      |                     |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                | Петровић Б. Вељко, Доцент                                                                                                                                |                      |                     |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                |                                                                                                                                                          |                      |                     |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                | Аудиторне вежбе                                                                                                                                          | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови  |
| 2.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                | 0.00                                                                                                                                                     | 2.00                 | 0.00                | 0.00           |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                | Нема                                                                                                                                                     |                      |                     |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                |                                                                                                                                                          |                      |                     |                |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                |                                                                                                                                                          |                      |                     |                |
| Разумевање принципа, метода, техника, и алата за извршавање безбедних прорачуна уз очување приватности корисничких података.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                |                                                                                                                                                          |                      |                     |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                |                                                                                                                                                          |                      |                     |                |
| Студенти стичу разумевање принципа, метода, техника, и алата за извршавање безбедних прорачуна уз очување приватности корисничких података.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                |                                                                                                                                                          |                      |                     |                |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                |                                                                                                                                                          |                      |                     |                |
| Приватност: циљеви и замке.<br>Основе криптографије - обнављање.<br>Приватност комуникације.<br>Приватност рачунања: изазови.<br>Докази нултог знања: интерактивни, неинтерактивни и сажети (succinct).<br>Хомоморфно шифровање у теорији и пракси. Потпуно хомоморфно шифровање.<br>Трустед цомпјутинг окружења и енклаве.<br>Приватност података.<br>Приватност података „у мировању“ (at rest).<br>Анонимизација и брисање уз очување приватности.<br>Диференцијална приватност.<br>Приватност у системима великих података.<br>Приватност у дубоком учењу. |                                                |                                                                                                                                                          |                      |                     |                |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                |                                                                                                                                                          |                      |                     |                |
| Предавања. Рачунарске вежбе. Консултације. У оквиру предиспитних обавеза студенти полажу тест и раде предметни пројекат. На завршном испиту се проверава теоријски део градива.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                |                                                                                                                                                          |                      |                     |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                |                                                                                                                                                          |                      |                     |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                | Обавезна                                                                                                                                                 | Поена                | Завршни испит       | Обавезна Поена |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                | Да                                                                                                                                                       | 30.00                | Завршни испит       | Да 50.00       |
| Тест                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                | Да                                                                                                                                                       | 20.00                |                     |                |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                |                                                                                                                                                          |                      |                     |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Аутор-и                                        | Наслов                                                                                                                                                   |                      | Издавач             | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Chang, J. M., Zhuang, D., & Samaraweera, G. D. | Privacy-Preserving Machine Learning                                                                                                                      |                      | Manning             | 2023           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Dwork, C., & Roth, A.                          | The Algorithmic Foundations of Differential Privacy                                                                                                      |                      | Now Publishers      | 2014           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                 |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                             |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                 | Теорија информација за вештачку интелигенцију у биосистемима                                                                                                                                              |                      |                                             |                |
| Ознака предмета: 25.BMIM11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                             |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                 |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                             |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                 | ВМ0 - Биомедицинско инжењерство (МАС), Изборни предмет<br>Е10 - Енергетика, електроника и телекомуникације (МАС), Изборни предмет<br>ЕАI - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет |                      |                                             |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                 | Телекомуникације и обрада сигнала                                                                                                                                                                         |                      |                                             |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                 | Шкорић Р. Тамара, Ванредни професор                                                                                                                                                                       |                      |                                             |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                 |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                             |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                 | Аудиторне вежбе                                                                                                                                                                                           | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                         | Остали часови  |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                 | 0.00                                                                                                                                                                                                      | 2.00                 | 0.00                                        | 0.00           |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                 | Нема                                                                                                                                                                                                      |                      |                                             |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                             |                |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                             |                |
| Образовни циљ је оспособити студенте да примене апстрактне теоријске концепте метода из теорије информација прилагођене ограничењима биомедицинских сигнала у циљу унапређења перформанси биомедицинских апликација базираних на вештачкој интелигенцији.                                                                                                                                                                  |                                 |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                             |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                 |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                             |                |
| Студенти ће бити оспособљени да на реалним сигнаlima процењују различите методе из области теорије информација и испитују могућности унапређења перформанси модела машинског учења намењених за дијагностику и прогностику ретких обољења, која су ограничена малим базама података. Студенти треба да идентификују, објасне и процене улогу метода теорија информација у апликацијама вештачке интелигенције у здравству. |                                 |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                             |                |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                 |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                             |                |
| Информације и мера за количину информације у биосистемима – ентропија: Kolmogorov-Sinai, Eckmann-Ruelle, апроксимативна ентропија, ентропијске модификације, бинаризована ентропија и њен однос према бинарној, Shannon, Rényi, Corula ентропија. Зависни и независни процеси – мера преноса информација између процеса, унакрсна ентропија, трансфер ентропија. Примена кодовања на биомедицинске сигнале.                |                                 |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                             |                |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                 |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                             |                |
| Предавања ће бити извођења на табли. Студенти ће бити подстакнути на самосталан истраживачки рад у којима ће примењивати стечана знања на предавањима на реалне биомедицински сигнале доступне у отвореним базама података.                                                                                                                                                                                                |                                 |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                             |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                             |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                 | Обавезна                                                                                                                                                                                                  | Поена                | Завршни испит                               | Обавезна Поена |
| Одбрана пројектног задатка                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 | Да                                                                                                                                                                                                        | 30.00                | Колоквијум                                  | Да 35.00       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                 |                                                                                                                                                                                                           |                      | Колоквијум                                  | Да 35.00       |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 |                                                                                                                                                                                                           |                      |                                             |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Аутор-и                         | Наслов                                                                                                                                                                                                    |                      | Издавач                                     | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Gatlin, L.                      | Information Theory and the Living System                                                                                                                                                                  |                      | Columbia University Press                   | 1972           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Sanei, S., & Chambers, J. A.    | EEG Signal Processing and Machine Learning                                                                                                                                                                |                      | Wiley                                       | 2022           |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Panigrahi, N., & Mohanty, S. P. | Brain Computer Interface                                                                                                                                                                                  |                      | CRC Press                                   | 2023           |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Guiaşu, S.                      | Information Theory with Applications                                                                                                                                                                      |                      | McGraw-Hill                                 | 1977           |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Cerutti, S., & Marchesi, C.     | Advanced Methods of Biomedical Signal Processing                                                                                                                                                          |                      | IEEE Press Series in Biomedical Engineering | 2011           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                       |                 |                                                                                                                             |                     |               |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------|
| Наставни предмет                      |                 | Биолошки инспирисани вештачки неурални системи                                                                              |                     |               |
| Ознака предмета: 25.EAI064            |                 |                                                                                                                             |                     |               |
| Број ЕСПБ: 6                          |                 |                                                                                                                             |                     |               |
| Програм(и) у којем се изводи          |                 | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет                                                        |                     |               |
| УНО предмета                          |                 | Електроника                                                                                                                 |                     |               |
| Наставници:                           |                 | Струхарик Ј. Растислав, Редовни професор<br>Даутовић Б. Станиша, Ванредни професор<br>Секулић Л. Далибор, Ванредни професор |                     |               |
| Број часова активне наставе (недељно) |                 |                                                                                                                             |                     |               |
| Предавања                             | Аудиторне вежбе | Други облици наставе                                                                                                        | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |
| 3.00                                  | 0.00            | 3.00                                                                                                                        | 0.00                | 0.00          |
| Предмети предуслови                   |                 | Нема                                                                                                                        |                     |               |

Услови:

#### 1. Образовни циљ:

Циљ предмета је да студенте упозна са основама пројектовања и коришћења биолошки инспирисаних вештачких неуралних система. Студенти ће научити како да одаберу моделе неурона, синапси и топологију мреже у зависности од циљне апликације и како да на оптималан начин изаберу хардверску платформу на којој ће се извршавати тренирана неурална мрежа. Савремене вештачке неуронске мреже имају мало сличности са биолошким неуралним системима. Биолошки неурални системи одликују се драстично бољим перформансама, у погледу потребног броја рачунарских ресурса и потрошње електричне енергије, од решења базираних на вештачким неуронским мрежама. Стога постоји потреба за развојем нове врсте вештачких неуронских мрежа, које ближе опонашају начин репрезентације и обраде информација који је присутан у биолошким неуралним системима. Биолошки инспирисани вештачки неурални системи представљају будућност вештачке интелигенције и машинског учења у уграђеним електронским системима.

#### 2. Исходи образовања (Стечена знања):

Након успешног завршетка овог курса студенти ће бити способни да:

- Разумеју основну структуру и функцију основним елемената биолошких неуралних система
- Одаберу или развију оптималне моделе биолошки инспирисаних неурона и синапси, у складу са захтевима циљне апликације
- Одаберу оптималну архитектуру биолошки инспирисане неуралне мреже
- Изврше припрему скупа за обучавање пројектоване неуралне мреже
- Одаберу начин на који ће бити извршено обучавање неуралне мреже
- Развију симулациони модел одабране неуралне мреже и имплементирају одабрани алгоритам обучавања у једном од стандарних софтверских алата за рад са биолошки инспирисаним неуралним мрежама
- Анализирају резултате добијене у процесу обучавања и изврше потребне промене како би се повећала тачност пројектоване неуралне мреже
- Изаберу одговарајућу хардверску платформу која ће бити коришћена у циљној апликацији, заједно са одговарајућим сензорима, на којој ће се имплементирати обучена неурална мрежа.

#### 3. Садржај/структура предмета:

##### Теоријска настава

- Биолошки неурални системи: основни делови биолошких неуралних система, структура биолошких неурона, структура биолошких синапси, организација и врсте биолошких неуронских мрежа, основни биолошки рецептори, визуелни систем, аудиторни систем, олфакторни систем, основе моторичког система.
- Модели биолошких неурона и синапси: кодирање информације у биолошким неуронима и неуралним мрежама, математички модели индивидуалних неурона (Hodgkin-Huxley, FitzHugh-Nagumo, Hindmarsh-Rose, Morris-Lecar, Izhikevich, Integrate-and-Fire), математички модели синапси (инхибиторне, екситаторне).
- Архитектуре биолошки инспирисаних неуралних мрежа: архитектуре за пропагацијом сигнала унапред, рекурентне архитектуре (Reservoir Computing, Echo State Networks, Liquid State Machines, NeuCube), архитектуре базиране на латералној инхибицији, пробабилистичке неуралне архитектуре, Hierarchical Temporal Memory.
- Учење у биолошки инспирисаним неуралним мрежама: преглед основних техника (учење базирано на конверзији тренираних вештачких неуронских мрежа, учење базирано на алгоритмима тренирања вештачких неуронских мрежа са додатним ограничењима, методе базиране на пропагацији грешке уназад, локално учење).
- Биолошки инспирисани сензори: AER комуникациони протокол, вештачка ретина, вештачка кохлеа.
- Хардверска имплементације биолошки инспирисаних неуралних мрежа: дигиталне архитектуре за харверску имплементацију биолошки инспирисаних неурона, биолошки инспирисаних синапси и биолошки инспирисаних неуралних мрежа.
- Примене биолошки инспирисаних вештачких неуралних система: примена у обради слике, примена у обради звука, примена у управљању и контроли процеса.

##### Практична настава

Иако се предмет делом бави проблематиком анализе, моделовања и обучавања биолошки инспирисаних неуралних мрежа, он има изразиту апликативну димензију. Стога ће рачунарске и лабораторијске вежбе које прате овај курс бити осмишљене на такав начин да кроз практичан рад са постојећим софтверским алатима за симулацију и обучавање биолошки инспирисаних неуралних мрежа, али и са одговарајућим хардверским платформама као и биолошки инспирисаним сензорима, илуструју све теоријске концепте који ће бити обрађивани на предавањима. Неизоставни део предмета чини ће самостални студентски пројекат, који ће од сваког студента захтевати да развије један комплетан уграђени електронски систем који ће имплементирати одабрану биолошки инспирисану неуралну мрежу и демонстрирати њен успешан рад у циљној апликацији. Овај пројекат ће по

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

правилу бити реализован кроз сарадњу са компанијама које се баве применом биолошки инспирисаних неуралних мрежа у областима обраде слике, видео, звука, итд.

#### 4. Методе извођења наставе:

Предавања се изводе уз PowerPoint презентације. Праћена су рачунарским и лабораторијским вежбама у Лабораторији за дискретне системе и алгоритме на ФТН. Компаније које се баве применом биолошки инспирисаних неуралних мрежа као и развојем електронских система базираних на биолошки инспирисаним неуралним мрежама примаће студенте на праксу, и омогућиће израду самосталних студентских пројеката. Предиспитне обавезе чиниће успешно завршен и одбрањен самостални студентски пројекат - услов за излазак на испит је 25 од 50 бодова. Кроз колоквијум на половини семестра и у првом испитном року након завршетка слушања предмета може се положити први и други део теоријског испита. Теоријски део испита полагаће се у редовним испитним роковима.

#### Оцене знања (максимални број поена 100)

| Предиспитне обавезе | Обавезна | Поена | Завршни испит                                     | Обавезна | Поена |
|---------------------|----------|-------|---------------------------------------------------|----------|-------|
| Предметни пројекат  | Да       | 40.00 | Писмени део испита - комбиновани задаци и теорија | Да       | 50.00 |
| Презентација        | Да       | 10.00 |                                                   | Не       | 25.00 |
|                     |          |       |                                                   | Не       | 25.00 |

#### Литература

| Р.бр. | Аутор-и                                                         | Наслов                                                  | Издавач       | Година |
|-------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------|--------|
| 1     | Miller, P.                                                      | An Introductory Course in Computational Neuroscience    | The MIT Press | 2018   |
| 2     | Arbib, M. A., & Bonaiuto, J. J.                                 | From Neuron to Cognition via Computational Neuroscience | MIT Press     | 2016   |
| 3     | Liu, S., Delbruck, T., Indiveri, G., Whatley, A., & Douglas, R. | Event-Based Neuromorphic Systems                        | Wiley         | 2015   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                              |                                                                      |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Наставни предмет             | <b>Геопросторни системи са великим количинама података</b>           |
| Ознака предмета: 25.EAI065   |                                                                      |
| Број ЕСПБ: 6                 |                                                                      |
| Програм(и) у којем се изводи | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет |
| УНО предмета                 | Аутоматика и управљање системима                                     |
| Наставници:                  | Говедарица Ј. Миро, Редовни професор                                 |
|                              | Бугариновић В. Жељко, Доцент                                         |

| Број часова активне наставе (недељно) |                 |                      |                     |               |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------|---------------------|---------------|
| Предавања                             | Аудиторне вежбе | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |
| 3.00                                  | 0.00            | 3.00                 | 0.00                | 0.00          |

|                     |      |
|---------------------|------|
| Предмети предуслови | Нема |
|---------------------|------|

Услови:

1. Образовни циљ:

Оспособљавање студената за теоријско разумевање и практично решавање задатака у области примене вештачке интелигенције у обради и дистрибуцији великих количина просторно временским података, те примену технологија вештачке интелигенције и алгоритама у имплементацију у овој области. Оспособљавање студената за праћење савремене литературе из ове области, те даљи, самосталан стручни и научно-истраживачки рад.

2. Исходи образовања (Стечена знања):

Студенти су стекли основна знања из области обраде и дистрибуције великих количина просторно временских података. Студенти су научили да одаберу одговарајућу архитектуру и алгоритаме, те да имплементирају одговарајуће решење у програмском језику Python, уз ослонац на Jupyter Notebook и Apache SPARK окружење.

3. Садржај/структура предмета:

- 1) Основе примене вештачке интелигенције у просторно временским системима, локацијско базираним сервисима и геопозиционирању. Основе просторних и временских система, мапе и визуелизација, управљање геопросторним базама података, геосензорски системи, савремени системи за аквизицију, складиштење, обраду, анализу и дистрибуцију геопросторних података, Mapping APIs (leaflet, MapBox, CartoDB)
- 2) Увод у архитектуру BigData система, основе геопросторних система великих количина података (Geospatial Big Data)
- 3) Технике обраде геопросторних података (груписање, класификација, сегментација, анализа критичних тачака)
- 4) Машинско учење и анализа временских серија геопросторних података
- 5) Препознавање објеката и издвајање информација из геопросторних записа, обрада записа са геосензорских система и интегрисаних система за геопросторну аквизицију коришћењем алгоритама вештачке интелигенције и архитектуре геопросторних система великих количина података
- 6) Методе руковања текстом и анализа података друштвених мрежа у геопросторним системима
- 7) Просторно-временска анализа и анализа путање (ГНСС и подаци друштвених медија), кластер података и података геосензора.
- 8) Анализа просторне друштвене мреже (комбиновање просторне анализе и анализе друштвене мреже)
- 9) Питања приватности података
- 10) Остале технике и подручја примене (паметни градови, кризне ситуације, пољопривреда, управљање природним ресурсима, управљање инфраструктуром)

4. Методе извођења наставе:

Предавања. Рачунарске вежбе. Консултације. Менторски рад кроз израду домаћих задатака и обавезног пројекта на крају предмета.

| Оцене знања (максимални број поена 100) |          |       |                       |          |       |
|-----------------------------------------|----------|-------|-----------------------|----------|-------|
| Предиспитне обавезе                     | Обавезна | Поена | Завршни испит         | Обавезна | Поена |
| Домаћи задатак                          | Да       | 5.00  | Завршни испит - 1 део | Да       | 30.00 |
| Домаћи задатак                          | Да       | 5.00  | Завршни испит - 2 део | Да       | 20.00 |
| Домаћи задатак                          | Да       | 5.00  |                       |          |       |
| Домаћи задатак                          | Да       | 5.00  |                       |          |       |
| Предметни пројекат                      | Да       | 30.00 |                       |          |       |

| Литература |                                        |                                           |         |        |
|------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|---------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и                                | Наслов                                    | Издавач | Година |
| 1          | Crickard, P., van Rees, E., & Toms, S. | Mastering Geospatial Analysis with Python | Packt   | 2018   |
| 2          | Hassan, A., & Vijayaraghavan, J.       | Geospatial Data Science Quick Start Guide | Packt   | 2019   |
| 3          |                                        | Apache SPARK                              |         | 2020   |
| 4          | OGC                                    | Artificial Intelligence in Geoinformatics | DWG     | 2020   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                              |                                                                                     |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Наставни предмет             | <b>Когнитивна роботика</b>                                                          |
| Ознака предмета: 25.EAI066   |                                                                                     |
| Број ЕСПБ: 6                 |                                                                                     |
| Програм(и) у којем се изводи | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет                |
| УНО предмета                 | Машинско инжењерство<br>Мехатроника, роботика, аутоматизација и интегрисани системи |
| Наставници:                  | Савић Ж. Срђан, Ванредни професор                                                   |

|                                       |                 |                      |                     |               |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------|---------------------|---------------|
| Број часова активне наставе (недељно) |                 |                      |                     |               |
| Предавања                             | Аудиторне вежбе | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |
| 3.00                                  | 0.00            | 2.00                 | 0.00                | 0.00          |

|                     |      |
|---------------------|------|
| Предмети предуслови | Нема |
|---------------------|------|

Услови:

#### 1. Образовни циљ:

Циљ предмета је упознавање студената са основним теоријским концептима и идејама из различитих области и дисциплина, попут когнитивне психологије, рачунарске лингвистике и вештачке интелигенције, које су од значаја за изразито мултидисциплинарни област као што је когнитивна роботика. Ово укључује базично упознавање са изабраним увидима из когнитивних неуронаука који су послужили као инспирација за развој рачунарских когнитивно инспирисаних модела, упознавање са различитим методолошким приступима когнитивном моделовању и коначно упознавање са бројним конкретним алгоритмима и рачунарским моделима виших когнитивних процеса попут: меморије, пажње, учења и одлучивања и њиховим конкретним реализацијама у појединим роботским системима. Додатни циљ је оспособљавање студената за праћење савремене литературе из области когнитивне роботике и увођење у самостални научно-истраживачки рад.

#### 2. Исходи образовања (Стечена знања):

Кроз овај курс студенти ће бити оспособљени за теоријско разумевање и анализу савремених когнитивно инспирисаних техничких система и модела имплементираних у различитим сервисним и хуманоидним роботима, који испољавају одређени степен интелигентног понашања и покривају различите аспекте когнитивног система. Студенти ће такође бити оспособљени за самостално моделовање и рачунарску имплементацију различитих алгоритама који покривају широки спектар когнитивних функционалности, значајних за функционисање робота у неструктурираном окружењу и остваривање природне и флексибилне интеракције човека и робота. Током курса, студенти ће стећи практична знања потребна за имплементацију изложених алгоритама и упознаће се са наменским библиотекама у неком од програмских језика, као што је Python.

#### 3. Садржај/структура предмета:

- 1) Увод – Дефиниција основних појмова; Одабрани увиди из когнитивних неуронаука; Одабране теме из филозофије вештачке интелигенције; Типови вештачких когнитивних агената и окружења; Парадигме у когнитивном моделовању;
- 2) Когнитивне архитектуре – Класификација когнитивних архитектура; Критеријуми за евалуацију и поређење когнитивних архитектура; Примери постојећих когнитивних архитектура.
- 3) Меморија и пажња – Увиди из когнитивних неуронаука (структура и функционалности меморије, однос дуготрајне и радне меморије и механизма пажње); Примери рачунарских модела семантичке, епизодне и радне меморије у роботизици.
- 4) Планирање акција, реактивно понашање и реализација плана – ПДДП и бихевиорално стабло;
- 5) Учење и одлучивање – Увиди из неурокогнитивних наука и бихевиористичке психологије; Марковљев модел одлучивања; Основи учења са подстицајем (енгл. Реинфорцемент Леарнинг);

#### 4. Методе извођења наставе:

Облици извођења наставе су: предавања, рачунарске вежбе, израда пројекта и консултације. На предавањима се излажу теоријске основе материје предмета и стимулише се активно учешће студената, док се на вежбама имплементирају практични примери из области когнитивне роботике. Практични део студенти савладавају радом на рачунару.

#### Оцене знања (максимални број поена 100)

|                     |          |       |                      |          |       |
|---------------------|----------|-------|----------------------|----------|-------|
| Предиспитне обавезе | Обавезна | Поена | Завршни испит        | Обавезна | Поена |
| Пројектни задатак   | Да       | 35.00 | Теоријски део испита | Да       | 30.00 |
| Пројектни задатак   | Да       | 35.00 |                      |          |       |

#### Литература

| Р.бр. | Аутор-и                                   | Наслов                                                 | Издавач         | Година |
|-------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------|--------|
| 1     | Vernon, D., Von Hofsten, C., & Fadiga, L. | A Roadmap for Cognitive Development in Humanoid Robots | Springer-Verlag | 2010   |
| 2     | Sutton, R. S., & Barto, A. G.             | Reinforcement Learning – An Introduction               | MIT Press       | 2017   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |                                          |                                                                                                              |                            |        |
|------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и                                  | Наслов                                                                                                       | Издавач                    | Година |
| 3          | Norman, K. A., Detre, G., & Polyn, S. M. | Computational Models of Episodic Memory. In R. Sun (Ed.), The Cambridge Handbook of Computational Psychology | Cambridge University Press | 2010   |
| 4          | Jones, M. N., Willits, J., & Dennis, S.  | Models of Semantic Memory                                                                                    | Oxford University Press    | 2015   |
| 5          | Colledanchise, M. & Ögren, P.            | Behavior Trees in Robotics and AI - An Introduction                                                          | CRC Press                  | 2020   |
| 6          | Siciliano, B.                            | Robotics Goes MOOC - Knowledge                                                                               | Springer                   | 2025   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                             |                                                                      |                     |                                                                                                                               |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                             | Мулти-агентска вештачка интелигенција                                |                     |                                                                                                                               |        |
| Ознака предмета: 25.EAI054                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                             |                                                                      |                     |                                                                                                                               |        |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                             |                                                                      |                     |                                                                                                                               |        |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                             | ЕАИ - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет |                     |                                                                                                                               |        |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                             | Примењене рачунарске науке и информатика                             |                     |                                                                                                                               |        |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                             | Ковачевић Д. Александар, Редовни професор                            |                     |                                                                                                                               |        |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                             |                                                                      |                     |                                                                                                                               |        |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Аудиторне вежбе                             | Други облици наставе                                                 | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови                                                                                                                 |        |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0.00                                        | 3.00                                                                 | 0.00                | 0.00                                                                                                                          |        |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                             | Нема                                                                 |                     |                                                                                                                               |        |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |                                                                      |                     |                                                                                                                               |        |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                             |                                                                      |                     |                                                                                                                               |        |
| Оспособљавање студената за пројектовање, обучавање и интеграцију система са више агената (мулти-агентску вештачку интелигенцију). Оспособљавање за аутоматизацију поновљивих задатака који се састоје од више комплексних корака.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                             |                                                                      |                     |                                                                                                                               |        |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                             |                                                                      |                     |                                                                                                                               |        |
| Студент стиче разумевање основних концепата, метода и образаца у мулти-агентским системима и оспособљава се да их примени и адаптира у различитим ситуацијама.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                             |                                                                      |                     |                                                                                                                               |        |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                             |                                                                      |                     |                                                                                                                               |        |
| Преглед мулти-агентских принципа и окружења. Унапређење перформанси једноставних упита великих језичких модела коришћењем тима агената. Архитектуре мулти-агентских система. Коришћење тима агената за комплексне задатке са више корака. Дефинисање меморије (краткорочна, дугорочна, дељена) и алата (нпр. калкулатор, веб претрага, Retrieval-Augmented Generation претрага и друго). Третман честих и озбиљних проблема попут: грешака, халуцинација и бесконачних петљи. Оркестрација тимова агената: у серији, паралели и хијерархијски. Евалуација мулти-агентских система и мерење перформанси. |                                             |                                                                      |                     |                                                                                                                               |        |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                             |                                                                      |                     |                                                                                                                               |        |
| Облици извођења наставе су: предавања, рачунарске вежбе, израда домаћих задатака и консултације. На предавањима се, уз коришћење одговарајућих дидактичких средстава, излажу садржаји предмета и подстиче активно учешће студената кроз питања и дискусију. Практични део градива студенти савладавају на рачунарским вежбама решавањем задатака уз помоћ асистента или самостално, као и кроз самосталну израду домаћих задатака.                                                                                                                                                                      |                                             |                                                                      |                     |                                                                                                                               |        |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |                                                                      |                     |                                                                                                                               |        |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                             | Обавезна                                                             | Поена               | Завршни испит                                                                                                                 |        |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                             | Да                                                                   | 70.00               | Презентација и завршна одбрана пројекта                                                                                       |        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                             |                                                                      |                     | Да                                                                                                                            | 30.00  |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                             |                                                                      |                     |                                                                                                                               |        |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Аутор-и                                     | Наслов                                                               |                     | Издавач                                                                                                                       | Година |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Николић, М., & Зечевић, А.                  | Машинско учење                                                       |                     | Сопствено издање, доступно на <a href="https://ml.matf.bg.ac.rs/readings/ml.pdf">https://ml.matf.bg.ac.rs/readings/ml.pdf</a> | 2019   |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. | Deep Learning                                                        |                     | Cambridge: MIT Press                                                                                                          | 2017   |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Trask, A. W.                                | Grokking Deep Learning                                               |                     | Manning                                                                                                                       | 2019   |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Tran, K.-T., & et al.                       | Multi-Agent Collaboration Mechanisms: A Survey of LLMs               |                     | arxiv                                                                                                                         | 2025   |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Wang, L., & et al.                          | A Survey on Large Language Model based Autonomous Agents             |                     | arXiv                                                                                                                         | 2023   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                              |                                                                                                                                                 |                      |                                                                                  |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                              | Big Data системи и аналитика                                                                                                                    |                      |                                                                                  |                |
| Ознака предмета: 25.EK678                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                              |                                                                                                                                                 |                      |                                                                                  |                |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                              |                                                                                                                                                 |                      |                                                                                  |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                              | Е10 - Енергетика, електроника и телекомуникације (МАС), Изборни предмет<br>ЕAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (МАС), Изборни предмет |                      |                                                                                  |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                              | Телекомуникације и обрада сигнала                                                                                                               |                      |                                                                                  |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                              | Лончар-Турукало Г. Татјана, Редовни професор                                                                                                    |                      |                                                                                  |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                              |                                                                                                                                                 |                      |                                                                                  |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                              | Аудиторне вежбе                                                                                                                                 | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                                                              | Остали часови  |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                              | 0.00                                                                                                                                            | 2.00                 | 0.00                                                                             | 0.00           |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                              | Нема                                                                                                                                            |                      |                                                                                  |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                              |                                                                                                                                                 |                      |                                                                                  |                |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                              |                                                                                                                                                 |                      |                                                                                  |                |
| Упознавање студената са рачунарском и мрежном инфраструктуром за складиштење великих количина података, велике хетерогености и великих брзина пристизања. Стицање знања и савладавање практичних вештина упримени различитих алгоритама за анализу и управљање великим скуповима података (Big Data).                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                              |                                                                                                                                                 |                      |                                                                                  |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                              |                                                                                                                                                 |                      |                                                                                  |                |
| Конструисање физичких и виртуелних рачунарских система који подржавају складиштење великих количина података. Коришћење савремених дистрибуираних фајл система. Препознавање вредности у подацима и откривања знања из података. Технике за брзу претрагу великих скупова података. Оспособљавање за примену алата за управљање великим подацима и комбиновање и валидацију алгоритмима за њихову анализу.                                                                                                                                                                                 |                                              |                                                                                                                                                 |                      |                                                                                  |                |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                              |                                                                                                                                                 |                      |                                                                                  |                |
| Основе рада и администрације Linux оперативног система. Основе серверске виртуелизације. Системи за складиштење података. Фајл системи. Локално и мрежно складиштење података (механизми и протоколи). Технике заштите и управљања локалним подацима (RAID i LVM). Стораге виртуелизација. Дистрибуирано складиштење података (Hadoop). MapReduce програмски модел за дистрибуирану обраду података. Претраге података (слични узорци, фреквентни скупови узорака). Системи препоруке. Примена алгоритама машинског учења на великим подацима - федеративно учење. Визуелизације података. |                                              |                                                                                                                                                 |                      |                                                                                  |                |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                              |                                                                                                                                                 |                      |                                                                                  |                |
| Предавања, рачунарске вежбе (Python), консултације, активно учење, учење кроз пројекат и истраживање, студентска такмичења.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                              |                                                                                                                                                 |                      |                                                                                  |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                              |                                                                                                                                                 |                      |                                                                                  |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                              | Обавезна                                                                                                                                        | Поена                | Завршни испит                                                                    | Обавезна Поена |
| Одбрањене рачунарске вежбе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                              | Да                                                                                                                                              | 25.00                | Колоквијум                                                                       | Да 25.00       |
| Одбрањене рачунарске вежбе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                              | Да                                                                                                                                              | 25.00                | Колоквијум                                                                       | Да 25.00       |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                              |                                                                                                                                                 |                      |                                                                                  |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Аутор-и                                      | Наслов                                                                                                                                          |                      | Издавач                                                                          | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Leskovec, J., Rajaraman, A., & Ullman, J. D. | Mining of Massive Datasets                                                                                                                      |                      | Cambridge University Press, отворено доступна на странициhttp://www.mmds         | 2010           |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Шух, Ј., Бојовић, Ж., & Бојовић, П. Д.       | Софтверске технологије у телекомуникационим системима                                                                                           |                      | Нови Сад: Универзитет у Новом Саду                                               | 2020           |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Разни аутори                                 | Актуелни радови из области                                                                                                                      |                      | Радови са водећих конференција у области и журнала доступни на https://arXiv.org | 2025           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                           |                                                                                                                   |                      |                                         |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           | Практикум из пројектовања аутономног возила                                                                       |                      |                                         |               |
| Ознака предмета: 25.EAI068                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                           |                                                                                                                   |                      |                                         |               |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                           |                                                                                                                   |                      |                                         |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                           | ЕAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет                                              |                      |                                         |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                           | Рачунарска техника и рачунарске комуникације                                                                      |                      |                                         |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                           | Бјелица З. Милан, Редовни професор<br>Теслић Ђ. Никола, Редовни професор<br>Павковић Р. Богдан, Ванредни професор |                      |                                         |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                           |                                                                                                                   |                      |                                         |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           | Аудиторне вежбе                                                                                                   | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР                     | Остали часови |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                           | 0.00                                                                                                              | 2.00                 | 0.00                                    | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                           | Нема                                                                                                              |                      |                                         |               |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                           |                                                                                                                   |                      |                                         |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                           |                                                                                                                   |                      |                                         |               |
| Циљ предмета је да се на основу претходно стечених знања реализује практичан лабораторијски рад у оквиру којег је потребно имплементирати једну или више аутономних функција са реалним аутомобилским склоповима, реалним хардвером и алатима који се користе у индустрији, како би се студенти оспособили да примењују знања пројектовања аутономних возила у пракси.                                                                                                                                                                                                                 |                                           |                                                                                                                   |                      |                                         |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                           |                                                                                                                   |                      |                                         |               |
| Након предмета студенти ће бити у стању да почну пројектовање функција аутономних возила у пројектима за индустрију. Студенти ће бити упознати са конкретним хардверским склоповима (комерцијални аутомобилски контролери), софтверским алатима који се користе у индустрији, као и типичним склоповима аутомобила који се користе у пракси (на основу сарадње са компанијама из аутомобилске индустрије). Студенти ће систематски примењивати опште знање стечено на претходним курсевима са конкретном инстанцом примене на показном пројекту развоја (под)система аутономог возила. |                                           |                                                                                                                   |                      |                                         |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                           |                                                                                                                   |                      |                                         |               |
| Упознавање са одабраним примером архитектуре контролера аутономног возила и припадајућих склопова из индустрије; Упознавање са хардверским склоповима у контролерима на изабраном примеру из индустрије; Упознавање са алатима за развој и пројектовање на изабраном примеру из индустрије; Реализација одабраних аутономних функција за циљни пример из индустрије; Верификација и валидација циљног примера у реалним евалуационим условима аутономне вожње засновано на поступцима индустријског партнера.                                                                          |                                           |                                                                                                                   |                      |                                         |               |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                           |                                                                                                                   |                      |                                         |               |
| Предавања, практичан рад у лабораторији.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                           |                                                                                                                   |                      |                                         |               |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                           |                                                                                                                   |                      |                                         |               |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                           | Обавезна                                                                                                          | Поена                | Завршни испит                           |               |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                           | Да                                                                                                                | 30.00                | Презентација и завршна одбрана пројекта |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                           |                                                                                                                   |                      | Да                                      | 70.00         |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                           |                                                                                                                   |                      |                                         |               |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Аутор-и                                   | Наслов                                                                                                            |                      | Издавач                                 | Година        |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Scheid, O.                                | Autosar Compendium, Part1-3, Edition 1.0                                                                          |                      |                                         | 2015          |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Vector Group                              | Automotive development tools - Selected handbooks and technical reports                                           |                      |                                         | 2020          |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Renesas, NXP, Qualcomm, Texas Instruments | Automotive System on Chip datasheets                                                                              |                      |                                         | 2020          |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Ren, J., & Xia, D.                        | Autonomous Driving Algorithms and Its IC Design                                                                   |                      | Springer                                | 2023          |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Lentin, J.                                | Robot Operating System (ROS) for Absolute Beginners: Robotics Programming Made Easy                               |                      | Apress                                  | 2018          |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                          |                                                                      |                      |                         |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                          | Анализа социјалних мрежа                                             |                      |                         |               |
| Ознака предмета: 25.EAI075                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                          |                                                                      |                      |                         |               |
| Број ЕСПБ: 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          |                                                                      |                      |                         |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Изборни предмет |                      |                         |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          | Информационо-комуникациони системи                                   |                      |                         |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                          | Мирковић Р. Милан, Редовни професор                                  |                      |                         |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                          | Ћулибрк Р. Дубравко, Редовни професор                                |                      |                         |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                          |                                                                      |                      |                         |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          | Аудиторне вежбе                                                      | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР     | Остали часови |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                          | 0.00                                                                 | 3.00                 | 0.00                    | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          | Нема                                                                 |                      |                         |               |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                          |                                                                      |                      |                         |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                          |                                                                      |                      |                         |               |
| Циљ предмета је да се студенти упознају са актуелним темама из области друштвених мрежа и упознају са методама које се користе за анализу емпиријских података друштвених мрежа. Студенти ће бити упознати са статистичким односно приступима базираним на техникама машинског учења и вештачке интелигенције који се користе за анализу друштвених мрежа са фокусом на односе између учесника.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                          |                                                                      |                      |                         |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                          |                                                                      |                      |                         |               |
| Студенти ће по завршетку курса имати знања и вештине које ће им омогућити да формулишу смислена истраживачка питања у области анализе социјалних мрежа и да, употребом различитих техника и метода (како статистичких тако и оних базираних на машинском учењу и вештачкој интелигенцији) односно алата за анализу емпиријских података, дођу до резултата чијом интерпретацијом ће стећи увид у процесе у оквиру посматраних мрежа и односе између њихових чланова (учесника). Поред тога стећи ће практичне вештине развоја програмских решења употребом Jupyter Labs окружења за експлоративну анализу података и креирање модела заснованих на машинском учењу.                                           |                                          |                                                                      |                      |                         |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                          |                                                                      |                      |                         |               |
| Увод у анализу друштвених мрежа, карактеристике и типови друштвених мрежа, фундаментални концепти (чланови, везе), репрезентација друштвених мрежа (матрице, графови), мере повезаности, идентификација група и целина у оквиру мреже, идентификација могућих извора података, прикупљање емпиријских података, трансформације и припрема података за обраду, методе статистичке анализе и релевантне технике машинског учења и вештачке интелигенције (кластеринг, класификација, системи препоруке), визуализација и интерпретација резултата. Теоријску наставу ће пратити практична обука из имплементације програмских решења (модела машинског учења односно неуронских мрежа) у окружењу Jupyter Labs. |                                          |                                                                      |                      |                         |               |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                          |                                                                      |                      |                         |               |
| Предавања и лабораторијске вежбе, тестови и индивидуални задатак (пројекат). У оквиру лабораторијских вежби ће студенти бити оспособљени за имплементацију програмских решења за прикупљање и анализу података у програмском окружењу Jupyter Labs. Усвајање теоретских знања са предавања ће се проверавати тестовима и на усменом испиту. Предиспитне обавезе чиниће успешно завршен и одбраћен самостални студентски пројекат - услов за излазак на испит је 25 од 50 бодова.                                                                                                                                                                                                                              |                                          |                                                                      |                      |                         |               |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                          |                                                                      |                      |                         |               |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          | Обавезна                                                             | Поена                | Завршни испит           |               |
| Пројектни задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                          | Да                                                                   | 40.00                | Сложени облици вежби    |               |
| Тест                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                          | Да                                                                   | 10.00                | Усмени део испита       |               |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                          |                                                                      |                      |                         |               |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Аутор-и                                  | Наслов                                                               |                      | Издавач                 | Година        |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Borgatti, S., Everett, M., & Johnson, J. | Analyzing Social Networks (2 ed.)                                    |                      | SAGE Publications       | 2018          |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Yang, S., Keller, F., & Zheng, L.        | Social Network Analysis: Methods and Examples                        |                      | SAGE Publications       | 2016          |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Kadushin, C.                             | Understanding Social Networks: Theories, Concepts and Findings       |                      | Oxford University Press | 2012          |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |                                                                       |                      |                      |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------|
| Стручна пракса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              | Стручна пракса                                                        |                      |                      |                |
| Ознака предмета: 25.EAI073                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |                                                                       |                      |                      |                |
| Број ЕСПБ: 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |                                                                       |                      |                      |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Обавезан предмет |                      |                      |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              | Примењене рачунарске науке и информатика                              |                      |                      |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |                                                                       |                      |                      |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |                                                                       |                      |                      |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              | Аудиторне вежбе                                                       | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР  | Остали часови  |
| 0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              | 0.00                                                                  | 0.00                 | 0.00                 | 6.00           |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              | Нема                                                                  |                      |                      |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                                                       |                      |                      |                |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                                                                       |                      |                      |                |
| СТИцање непосредних сазнања о функционисању и организацији предузећа и институција које се баве пословима у оквиру струке за коју се студент оспособљава и могућностима примене претходно стечених знања у пракси.                                                                                                                                               |              |                                                                       |                      |                      |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |                                                                       |                      |                      |                |
| Оспособљавање студената за примену претходно стечених теоријских и стручних знања за решавање конкретних практичних инжењерских проблема у оквиру изабраног предузећа или инсититуције. Упознавање студената са делатностима изабраног предузећа или институције, начином пословања, управљањем и местом и улогом инжењера у њиховим организационим структурама. |              |                                                                       |                      |                      |                |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |                                                                       |                      |                      |                |
| Формира се за сваког кандидата посебно, у договору са руководством предузећа или институције у којима се обавља стручна пракса, а у складу са потребама струке за коју се студент оспособљава.                                                                                                                                                                   |              |                                                                       |                      |                      |                |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |                                                                       |                      |                      |                |
| Консултације и писање дневника стручне праксе у коме студент описује активности и послове које је обављао за време стручне праксе.                                                                                                                                                                                                                               |              |                                                                       |                      |                      |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                                                       |                      |                      |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              | Обавезна                                                              | Поена                | Завршни испит        | Обавезна Поена |
| Домаћи задатак                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              | Да                                                                    | 70.00                | Теоријски део испита | Да 30.00       |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |                                                                       |                      |                      |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Аутор-и      | Наслов                                                                |                      | Издавач              | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | група аутора | Одговарајући материјал неопходан за решавање конкретних проблема      |                      |                      | нема           |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                 |                      |                     |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------|
| Наставни предмет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | Пројекти примене вештачке интелигенције и машинског учења                                                       |                      |                     |               |
| Ознака предмета: 25.EAI074                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                 |                      |                     |               |
| Број ЕСПБ: 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                 |                      |                     |               |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Обавезан предмет                                           |                      |                     |               |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | Примењене рачунарске науке и информатика                                                                        |                      |                     |               |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | Бајовић Д. Драгана, Ванредни професор<br>Делић Д. Владо, Редовни професор<br>Сливка Ј. Јелена, Редовни професор |                      |                     |               |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                 |                      |                     |               |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | Аудиторне вежбе                                                                                                 | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови |
| 3.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | 0.00                                                                                                            | 3.00                 | 0.00                | 0.00          |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | Нема                                                                                                            |                      |                     |               |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                 |                      |                     |               |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                 |                      |                     |               |
| Циљ предмета је да студентима омогући примену знања из области вештачке интелигенције и машинског учења кроз самосталан и тимски рад на конкретним пројектима који су тематски повезани са њиховим мастер радовима. Кроз пројектно оријентисану наставу студенти ће се упознати са актуелним проблемима и решењима у примени вештачке интелигенције, као и са савременим методама развоја, евалуације и унапређења интелигентних система. Посебан акценат стављен је на практични рад, анализу постојећих решења у релевантној области и њихово критичко сагледавање у циљу унапређења квалитета мастер рада и развоја истраживачких и инжењерских вештина студената.                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                 |                      |                     |               |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                 |                      |                     |               |
| По завршетку предмета студенти ће бити оспособљени да самостално и у тиму реализују пројекте из области примене вештачке интелигенције и машинског учења. Стећи ће способност да анализирају и критички сагледају постојећа решења и актуелна достигнућа у области у којој реализују пројекат, да примене одговарајуће методе и алате, као и да интерпретирају и презентују добијене резултате. Студенти ће унапредити квалитет својих мастер теза кроз реализацију практичних пројеката, развити вештине тимског рада и комуникације, као и стећи искуство неопходно за даљи професионални развој или наставак академског усавршавања.                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                 |                      |                     |               |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                 |                      |                     |               |
| Теоријска настава:<br>У оквиру теоријске наставе биће обрађене теме из области примене вештачке интелигенције и машинског учења, у складу са интересовањима студената и темама њихових мастер радова. Настава обухвата: <ul style="list-style-type: none"><li>• Преглед актуелних истраживачких и примењених праваца развоја вештачке интелигенције и машинског учења.</li><li>• Анализу постојећих решења, система и алата у изабраним областима, са посебним нагласком на методологију, предности и ограничења приступа.</li><li>• Предавања из изборних области вештачке интелигенције и машинског учења, као што су: интелигентни системи за доношење одлука, анализа података и текста, вештачка интелигенција у медицини, вештачка интелигенцију за аутономна возила, инжењерство информационих система заснованих на вештачкој интелигенцији, обрада природног говора и рачунарска визија роботика, edge AI</li></ul> |  |                                                                                                                 |                      |                     |               |
| Практична настава:<br>Практична настава заснива се на пројектном раду. Студенти ће бити организовани у групе према сродности тема мастер радова. У оквиру пројекта студенти ће: <ul style="list-style-type: none"><li>• извршити преглед релевантне литературе и постојећих решења у области из које је дефинисан пројекат,</li><li>• анализирати примењене методе, алгоритме и системе,</li><li>• осмислити и имплементирати сопствено решење или унапређење постојећег приступа,</li><li>• експериментално евалуирати резултате и критички их интерпретирати.</li></ul> Рад се реализује уз менторску подршку наставника. На крају семестра студенти ће јавно презентовати резултате пројекта, при чему ће пројектни задатак директно допринети унапређењу квалитета и убрзању израде мастер рада.                                                                                                                         |  |                                                                                                                 |                      |                     |               |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                 |                      |                     |               |
| Настава се реализује кроз предавања и пројектно оријентисане вежбе. Предавања су усмерена на упознавање студената са актуелним темама, методама и правцима развоја у области вештачке интелигенције и машинског учења, уз доступност наставних материјала путем електронских платформи. Вежбе се заснивају на пројектном раду у мањим групама, организованим према сродности тема мастер радова, и одвијају се у лабораторијама Факултета техничких наука. У оквиру пројекта студенти, уз менторску подршку, реализују преглед постојећих решења и релевантне литературе, као и имплементацију и евалуацију сопствених решења. Предиспитне обавезе обухватају реализацију пројекта и носе укупно 70 бодова, при чему је услов за излазак на испит остваривање најмање 35 бодова. Пројекти се дефинишу на почетку семестра у складу са темама мастер радова.                                                                  |  |                                                                                                                 |                      |                     |               |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                 |                      |                     |               |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  | Обавезна                                                                                                        | Поена                | Завршни испит       |               |
| Одбрана пројекта                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | Да                                                                                                              | 20.00                | Усмени део испита   |               |
| Предметни пројекат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | Да                                                                                                              | 50.00                |                     |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                 |                      |                     |               |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

| Литература |                                               |                                                                                                |                                        |        |
|------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------|
| Р.бр.      | Аутор-и                                       | Наслов                                                                                         | Издавач                                | Година |
| 1          | Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A.   | Deep Learning                                                                                  | Cambridge: MIT Press                   | 2017   |
| 2          | Mohammed, M., Khan, M. B. & Bashier, E. B. M. | Machine Learning: Algorithms and Applications                                                  | CrC Press                              | 2016   |
| 3          | Prince, S. J. D.                              | Computer Vision: Models, Learning, and Inference (1st Edition)                                 | Cambridge University Press             | 2018   |
| 4          | Bengfort, B., Bilbro, R., & Ojeda, T.         | Applied Text Analysis with Python: Enabling Language-Aware Data Products with Machine Learning | O'Reilly Media, Inc.                   | 2018   |
| 5          | Kamath, U., Liu, J., & Whitaker, J.           | Deep Learning for NLP and Speech Recognition (Vol. 84)                                         | Springer                               | 2019   |
| 6          | Murphy, R. R.                                 | Introduction to AI robotics                                                                    | MIT press                              | 2019   |
| 7          | Panesar, A.                                   | Machine Learning and AI for Healthcare                                                         | Apress.                                | 2019   |
| 8          | Murphy, K. P.                                 | Probabilistic Machine Learning: Advanced Topics                                                | MIT Press                              | 2023   |
| 9          | Tomczak, M. J.                                | Deep Generative Modeling                                                                       | Springer                               | 2022   |
| 10         | Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A.   | Deep learning                                                                                  | Cambridge: MIT Press                   | 2016   |
| 11         | Vukmirović, D., & Jovanovic-Milenkovic, M.    | Generativna veštačka inteligencija: Principi i primena u savremenom poslovanju                 | Beograd: Fakultet organizacionih nauka | 2025   |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p style="text-align: center;">УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p style="text-align: center;"><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                           |                                                                                   |                     |                          |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------|----------------|
| Предмет завршног рада                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                           | Мастер рад - студијско-истраживачки рад                                           |                     |                          |                |
| Ознака предмета: 25.EAI070                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                           |                                                                                   |                     |                          |                |
| Број ЕСПБ: 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |                                                                                   |                     |                          |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                           | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Обавезан предмет             |                     |                          |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                           | Примењене рачунарске науке и информатика                                          |                     |                          |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                           |                                                                                   |                     |                          |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                           |                                                                                   |                     |                          |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Аудиторне вежбе           | Други облици наставе                                                              | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови            |                |
| 0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0.00                      | 0.00                                                                              | 14.00               | 0.00                     |                |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                           | Нема                                                                              |                     |                          |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                           |                                                                                   |                     |                          |                |
| 1. Образовни циљ:<br>Развијање способности примене теоријских и практичних знања у решавању конкретних проблема из области вештачке интелигенције и машинског учења у реалном окружењу. Студент стиче искуство у решавању комплексних задатака и препознаје могућности за примену претходно стечених знања при решавању изабраног стручног проблема.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                           |                                                                                   |                     |                          |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):<br>По завршетку предмета студент је способен да:<br>1. Анализира структуру, сложеност и контекст изабраног проблема у области вештачке интелигенције и машинског учења.<br>2. Проналази, селекује и критички вреднује релевантну научну и стручну литературу у функцији дефинисања теоријске основе мастер рада.<br>3. Дефинише методолошки приступ, укључујући избор одговарајућих метода, техника и алата из области вештачке интелигенције и машинског учења, у складу са циљевима и захтевима задатка.<br>4. Пројектује и спроводи експериментални или други одговарајући истраживачки поступак, у складу са изабраном методологијом и релевантном литературом.<br>5. Анализира и интерпретира добијене резултате, процењује валидност и ограничења примењених метода и формулише закључке засноване на спроведеном истраживању.<br>6. Припрема писани рад у складу са академским и етичким стандардима, јасно документујући теоријске основе, методологију, истраживачки поступак и резултате.<br>7. Аргументовано и јасно презентује резултате мастер рада пред стручном комисијом, користећи одговарајуће научне и визуелне приказе. |                           |                                                                                   |                     |                          |                |
| 3. Садржај/структура предмета:<br>Садржај се дефинише индивидуално у односу на тему мастер рада и обухвата следеће програмске целине:<br>1. Доменски контекст и дефинисање проблема који је предмет мастер рада.<br>2. Теоријске основе и преглед литературе: кључни концепти, модели и савремени приступи из области вештачке интелигенције и машинског учења релевантни за дефинисани проблем, укључујући репрезентативна истраживачка решења и инжењерску праксу.<br>3. Структура и елементи истраживачког рада у области вештачке интелигенције и машинског учења.<br>4. Принципи документовања и академског писања у припреми мастер рада.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                           |                                                                                   |                     |                          |                |
| 4. Методе извођења наставе:<br>Ментор дефинише тему и задатак мастер рада и упућује студента на одговарајућу литературу. Студент је обавезан да рад изради у оквиру задате теме, у складу са циљевима и захтевима дефинисаним задатком мастер рада.<br><br>Израда рада реализује се као самостални студијско-истраживачки рад уз редовне консултације са ментором, а по потреби и са другим наставницима укљученим у област теме. Ментор пружа методолошко усмеравање, прати напредак студента и даје повратне информације о квалитету и усклађености рада са академским стандардима.<br><br>Мастер рад се завршава предајом писаног рада и његовом јавном одбраном пред стручном комисијом, у складу са правилима установе. Чланови стручне комисије се именују у складу са Поступцима израде и одбране завршног рада.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                           |                                                                                   |                     |                          |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                           |                                                                                   |                     |                          |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                           | Обавезна                                                                          | Поена               | Завршни испит            | Обавезна Поена |
| Израда завршног рада                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                           | Да                                                                                | 50.00               | Одбрана завршног рада    | Да 50.00       |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                           |                                                                                   |                     |                          |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Аутор-и                   | Наслов                                                                            |                     | Издавач                  | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Сви аутори / Група аутора | Актуелни часописи свих година издавања и одбрањени завршни радови из дате области |                     | Časopisi sa Kobson liste | \              |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Сви аутори / Група аутора | Актуелни часописи свих година издавања и одбрањени завршни радови из дате области |                     | Časopisi sa Kobson liste | \              |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                |                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ, ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА<br/>21000 НОВИ САД, ТРГ ДОСИТЕЈА ОБРАДОВИЋА 6</p> <p><b>КЊИГА ПРЕДМЕТА - Вештачка интелигенција и машинско учење</b></p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |                                                                       |                      |                     |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|----------------|
| Завршни рад                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              | Мастер рад - израда и одбрана                                         |                      |                     |                |
| Ознака предмета: 25.EAI071                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |                                                                       |                      |                     |                |
| Број ЕСПБ: 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |                                                                       |                      |                     |                |
| Програм(и) у којем се изводи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              | EAI - Вештачка интелигенција и машинско учење (MAC), Обавезан предмет |                      |                     |                |
| УНО предмета                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              | Примењене рачунарске науке и информатика                              |                      |                     |                |
| Наставници:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                                                                       |                      |                     |                |
| Број часова активне наставе (недељно)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                                                       |                      |                     |                |
| Предавања                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              | Аудиторне вежбе                                                       | Други облици наставе | СИР/СТИР/ИР/ПИР/НИР | Остали часови  |
| 0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |              | 0.00                                                                  | 0.00                 | 0.00                | 4.00           |
| Предмети предуслови                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              | Нема                                                                  |                      |                     |                |
| Услови:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                                                                       |                      |                     |                |
| 1. Образовни циљ:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |                                                                       |                      |                     |                |
| Циљ израде и одбране мастер рада је да студент покаже самосталан и креативан приступ у примени стечених практичних и теоријских знања из одговарајуће области у пракси у области рачунарства и аутоматике.Оспособљавање студената за праћење литературе и истраживачки рад.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                                                                       |                      |                     |                |
| 2. Исходи образовања (Стечена знања):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                                                                       |                      |                     |                |
| Израдом и одбраном мастер рада студенти који су завршили студије треба да буду компетентни да решавају реалне проблеме из праксе као и да наставе школовање уколико се за то одреде.<br>Мастер студент стиче темељно познавање и разумевање свих дисциплина одабране студијске групе, као и способност решавања конкретних проблема уз употребу научних метода и поступака. Мастер студенти су способни да на одговарајући начин напишу и да презентују резултате свог рада. Свршени студенти овог нивоа студија поседују компетенцију за праћење и примену новина у струци, као и за сарадњу са локалним социјалним и међународним окружењем. |              |                                                                       |                      |                     |                |
| 3. Садржај/структура предмета:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |                                                                       |                      |                     |                |
| Аутоматско управљање. Сигнали, системи и управљање. Примењене рачунарске науке. Информатика. Рачунарска техника. Рачунарске комуникације.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |              |                                                                       |                      |                     |                |
| 4. Методе извођења наставе:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |                                                                       |                      |                     |                |
| Ментор за израду и одбрану мастер бира један од понуђених модула (исти модул као и за теоријске основе) из којег ће студент да ради дипломски-мастер рад и формулише тему са задацима за израду мастер рада. Кандидат у консултацијама са ментором самостално ради на проблему који му је задат. Након израде рада и сагласности ментора да је успешно урађен рад, кандидат брани рад пред комисијом која се састоји од најмање три члана од којих бар је један са другог Факултета.                                                                                                                                                           |              |                                                                       |                      |                     |                |
| Оцене знања (максимални број поена 100)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |                                                                       |                      |                     |                |
| Предиспитне обавезе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              | Обавезна                                                              | Поена                | Завршни испит       | Обавезна Поена |
| Израда мастер рада                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |              | Да                                                                    | 50.00                | Одбрана мастер рада | Да 50.00       |
| Литература                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |                                                                       |                      |                     |                |
| Р.бр.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Аутор-и      | Наслов                                                                |                      | Издавач             | Година         |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Група аутора | Одговарајући материјал неопходан за решавање конкретних проблема.     |                      | Група издавача      | нема           |