

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ		
1. Датум и орган који је именовао комисију: Декан Факултета техничких на основу одлуке Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Новом Саду, 012-40/5642-2025 од дана 02.07.2026.		
2. Састав комисије у складу са <i>Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду</i> :		
1.	Видаковић др Милан презиме и име	Редовни професор звање Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука установа у којој је запослен-а
		Примењене рачунарске науке и информатика, 02.07.2014. ужа научна област и датум избора Председник функција у комисији
2.	Видаковић др Јована презиме и име	Ванредни професор звање Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет установа у којој је запослен-а
		Информациони системи, 01.07.2025. ужа научна област и датум избора Члан функција у комисији
3.	Босанац др Маја презиме и име	Доцент звање Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет установа у којој је запослен-а
		Педагогија, 01.04.2025. ужа научна област и датум избора Члан функција у комисији
4.	Рапаић др Милан презиме и име	Редовни професор звање Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука установа у којој је запослен-а
		Аутоматика и управљање системима, 07.10.2021. ужа научна област и датум избора Члан функција у комисији
5.	Сегединац др Милан презиме и име	Редовни професор звање Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука установа у којој је запослен-а
		Примењене рачунарске науке и информатика, 01.12.2024. ужа научна област и датум избора Ментор функција у комисији
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ		
1. Име, име једног родитеља, презиме: Драган, Љубо, Видаковић		
2. Датум рођења, општина, држава: 21.02.1993., Бијељина, Република Српска, Босна и Херцеговина		

3. Назив факултета, назив претходно завршеног нивоа студија и стечени стручни/академски назив: Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Мастер инжењер електротехнике и рачунарства 4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: 2017., Рачунарство и аутоматика
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ: Аутоматска анализа студентских повратних информација на српском језику ради унапређења образовног софтвера и разумевања емоција у учењу
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ: Навести кратак садржај са назнаком броја страница, поглавља, слика, схема, графикона и сл. Докторска дисертација припада научној области Електротехничко и рачунарско инжењерство, односно ужој научној области Примењене рачунарске науке и информатика. Написана је на српском језику на 194 стране Б5 формата ћириличним писмом. Главни део дисертације садржи 7 поглавља, уз додатне сегменте за апстракт на енглеском језику, резиме рада на српском језику, литературу, биографију, прилоге, индекс слика, индекс табела, списак скраћеница и план третмана података. Дисертација садржи 27 слика, 51 табелу и 144 навода из литературе. Кључна документацијска информација написана је на српском и енглеском језику. Докторска дисертација се састоји од следећих поглавља: 1. Увод 2. Теоријске основе истраживања 3. Преглед актуелног стања у области 4. Корпус златног стандарда 5. Развој модела за анализу студентских повратних информација 6. Експериментални резултати и дискусија 7. Закључак.
V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ: Предмет истраживања је аутоматска анализа студентских повратних информација на српском језику, са фокусом на емоције усмерене на процес учења и на идентификацију захтева релевантних за унапређење образовног софтвера. Докторска дисертација је организована у седам поглавља. У првом поглављу наведена је мотивација решавања конкретног проблема, где је описан значај аутоматске анализе студентских повратних информација у интелигентним системима подучавања (енгл. <i>Intelligent Tutoring Systems - ITS</i>). Указано је на проблем прекида непосредне повратне спреге између наставника и студената у окружењима са великим бројем корисника. Проблематика је сагледана кроз неколико педагошких оквира, при чему је посебно истакнут значај афективног домена учења. Дефинисане су садржинска и афективна димензија студентских повратних информација. Истакнути су предмет и циљ истраживања, постављене су хипотезе и наведени задаци, а на крају су представљени очекивани резултати и структура дисертације. У другом поглављу изложене су теоријске основе неопходне за разумевање примењене методологије. Описани су квалитативна анализа садржаја и модели емоција у образовању, а затим је обрађена анотација природног језика, укључујући <i>MATTER</i> методологију и међуанотаторску сагласност. Приказани су кораци обраде природног језика, као и технике аугментације података. Наведене су основе машинског учења за класификацију текста заједно са метрикама евалуације и методама оптимизације хиперпараметара. Представљен је распон класификационих приступа, почев

од статистичких модела, преко ансамбала, до дистрибуиране репрезентације текста. На крају су описани велики језички модели.

У трећем поглављу дат је преглед актуелног стања у области. Анализирани су постојећи приступи у инжењерству захтева заснованом на групи корисника и у детекцији емоција усмерених на учење. Кроз преглед су истакнута ограничења постојећих приступа и препознате потребе за даљим истраживањем.

У четвртном поглављу описан је поступак креирања корпуса златног стандарда студентских повратних информација на српском језику. Приказано је прикупљање и анонимизација података, као и примена методологија аотације. Дефинисане су две аотационе шеме, за домен инжењерства заснованом на групи корисника и за домен емоција усмерених на учење. На крају су приказане карактеристике корпуса и његова ограничења.

У петом поглављу описан је развој модела за аутоматску анализу студентских повратних информација. Представљена је методологија и приказана су четири приступа класификацији: развој модела од нуле, фино подешавање претренираних *Transformer* модела, примена промпт инжењерства са великим језичким моделима и креирање ансамбл модела. Дефинисан је експериментални поступак, укључујући технике за балансирање класа и поступак евалуације.

У шестом поглављу приказани су експериментални резултати и дискусија. Анализирани су резултати у домену инжењерства захтева заснованог на групи корисника и у домену емоција усмерених на учење. Спроведена је анализа статистичке значајности резултата ради тестирања постављених хипотеза, чиме је извршено поређење перформанси модела са перформансама људских аотатора и процењен утицај техника балансирања класа. Детаљно су анализиране грешке најуспешнијег модела кроз више перспектива: по задацима класификације, систематском категоризацијом типова грешака, испитивањем утицаја структуре коментара на прецизност класификације и разматрањем лингвистичких изазова српског језика. На крају су дискутовани доприноси и могућност примене, као и ограничења истраживања и претње валидности.

У седмом поглављу изложена су закључна разматрања. Сумирани су остварени резултати и научни доприноси, дат је осврт на остварење постављених циљева и оцену постављених хипотеза, а истакнути су и могући правци будућих истраживања.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ:

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у складу са *Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду* који је повезан са садржајем докторске дисертације. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду уредника часописа о томе.

M22 - Међународни часопис

1. **Vidaković, D.**, Luburić, N., Kovačević, A., & Slivka, J. Enhancing software and learning with Serbian student feedback corpora. *Language Resources and Evaluation*, 59 (2025) 4193-4221. DOI: 10.1007/s10579-025-09855-y, ISSN: 1574-0218.

M21 - Међународни часопис

1. Luburić, N., Dorić, L., Slivka, J., **Vidaković, D.**, Grujić, K.-G., Kovačević, A., & Prokić, S. An Intelligent Tutoring System to Support Code Maintainability Skill Development. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 18 (2025) 289-303. DOI: 10.1109/TLT.2025.3545641, ISSN: 1939-1382.

M33 - Саопштење са међународног скупа штампано у целини

1. Luburić, N., **Vidaković, D.**, Slivka, J., Prokić, S., Grujić, K.-G., Kovačević, A., & Sladić, G. Clean Code Tutoring: Makings of a Foundation. *Proceedings of the 14th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2022)*, 1 (2022) 137-148. DOI: 10.5220/0010800900003182, ISBN 978-989-758-562-3.
2. Prokić, S., Grujić, K.-G., Luburić, N., Slivka, J., Kovačević, A., **Vidaković, D.**, & Sladić, G. Clean Code and Design Educational Tool. *MIPRO - International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics*, (2021) 1601-1606. DOI: 10.23919/MIPRO52101.2021.9597196, ISBN 978-953-233-101-1

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА:

У докторској дисертацији је представљено истраживање аутоматске анализе студентских повратних информација на српском језику, са фокусом на детекцију емоција усмерених на учење и идентификацију захтева за унапређење интелигентних система подучавања. Препозната је потреба за аутоматизованим методама у условима у којима пораст броја корисника чини ручну анализу неструктурираних коментара непрактичном. Развијен је приступ заснован на обради природног језика који омогућава трансформацију неструктурираних повратних информација у употребљиве податке за праћење афективних стања студената и унапређење образовног софтвера. Истраживање је спроведено у два домена, инжењерства захтева заснованог на групи корисника (енгл. *Crowd-based Requirements Engineering - CrowdRE*) и емоција усмерених на учење, а развијени модели евалуирани су кроз поређење са перформансама људских анотатора. Резултати потврђују да је аутоматска анализа студентских повратних информација на српском језику методолошки изводљива и довољно поуздана за интеграцију у реалне образовне системе.

Доприноси истраживања су следећи:

- Дефинисане су анотационе шеме и смернице за домене инжењерства захтева заснованог на групи корисника и емоција усмерених на учење, на основу којих је формиран висококвалитетан корпус студентских коментара. Смернице су итеративно ревидиране на основу анализе неслагања, чиме је осигурана већа објективност анотације.
- Креиран је први јавно доступан анотирани корпус студентских коментара на српском језику у овим доменима, који обухвата 1850 реченица, од чега 591 у *CrowdRE* домену и 1259 у домену емоција усмерених на учење. Корпус заједно са пратећим анотационим шемама и смерницама представља референтну тачку за будућа истраживања и значајно смањује напор неопходан за покретање сличних студија, и омогућава директно поређења резултата.
- Евалуиран је широк спектар приступа за класификацију текста кроз четири задатка, где су у *CrowdRE* домену обрађене намера и тема, а у домену емоција усмерених на учење аспект и емоција. Испитани су статистички модели машинског учења, фино подешавање претренираних *Transformer* модела и промпт инжењерство са великим језичким моделима.
- Предложен је модел тежинског ансамбла који нуди ефикасно решење са високим перформансама без зависности од екстерних сервиса. Оваква својства чине решење погодним за локалну имплементацију, где су заштита података и локална обрада приоритети.

- Показано је да предложени модел достиже људске перформансе у задацима класификације намера и аспектa, без статистички значајне разлике у односу на људске анотаторе. Код сложенијих задатака класификације тема и емоција забележена је статистички значајна разлика у корист људи, али је модел показао већу конзистентност и мању варијансу у одлучивању.
- Анализиран је утицај техника за балансирање класа на перформансе модела. Иако на нивоу макро-просека није остварено статистички значајно побољшање, детаљна анализа показала је њихову практичну вредност у стабилизацији модела и бољем препознавању мањинских класа.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА:

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Приказ и интерпретација експерименталних резултата у дисертацији су јасни, систематични и логички доследни. Изведени закључци су директно ослоњени на представљене податке, анализе и теоријску основу рада. Резултати су темељно представљени кроз графичке приказе, табеле и аналитичка поређења, уз контекстуализацију у односу на претходна истраживања. Дисертација је успешно верификована применом алата за детекцију плагијаризма iThenticate.

У складу са наведеним комисија ПОЗИТИВНО оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање. Навести нумеричке податке о резултатима провере оригиналности рада и дати текстуално образложење.

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?

Да. Докторска дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?

Да. Докторска дисертација садржи све битне елементе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?

Оригинални научни допринос докторске дисертације чине докази полазних хипотеза на основу експерименталних и теоријских истраживања. Оригинални доприноси дисертације су:

- Дефинисане анотационе шеме и смернице за студентске повратне информације на српском језику у доменима инжењерства захтева заснованог на групи корисника и емоција усмерених на учење, уз проверу међуанотаторске сагласности која у постојећим студијама најчешће изостаје.
- Креиран први јавно доступан анотирани корпус студентских повратних информација на српском језику у наведеним доменима, чиме је успостављена референтна основа за поновљивост резултата и будућа истраживања.
- Развијен модел чије се перформансе у задацима класификације намера и апсеката статистички значајно не разликује од перформанси људских анотатора, чиме је доказана изводљивост аутоматизације ових задатака на српском језику.
- Сprovedено систематско поређење статистичких модела машинског учења, финог подешавања претренираних *Transformer* модела и промпт инжењерства са великим језичким моделима у контексту небалансираних вишекласних задатака класификације на српском језику.
- Показано да технике балансирања класа доприносе стабилности модела и препознавању мањинских класа и кад изостане статистички значајно побољшање на нивоу макро-просека.

4. Који су недостаци дисертације и какав је њихов утицај на резултат истраживања?

Дисертација нема битне недостатке који утичу на резултате истраживања.

5. Образложење rezultata провере оригиналности рада (нумерички и наративно):	
Провером рада на плагијаризам помоћу програмског пакета iThenticate, утврђен је проценат преклапања од 1%, при чему се подударање односи на терминолошке и методолошке фразе. Комисија констатује да је кандидат адекватно цитирао коришћену литературу и да оригиналност добијених научних резултата и дискусије није упитан.	
X	ПРЕДЛОГ:
На основу наведеног, комисија предлаже:	
☒ а) да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана; ☐ б) да се докторска дисертација врати кандидату на дораду (да се допуни односно измени); ☐ в) да се докторска дисертација одбије.	

Место и датум: Нови Сад, 15.07.2026.

1. др Милан Видаковић, редовни професор
_____, председник

2. др Јована Видаковић, ванредни професор
_____, члан

3. др Маја Босанац, доцент
_____, члан

4. др Милан Рапаић, редовни професор
_____, члан

5. др Милан Сегединац, редовни професор
_____, ментор

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај и да исти потпише.