

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ПОДОБНОСТИ ТЕМЕ, КАНДИДАТА И МЕНТОРА ЗА
ИЗРАДУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

Орган који је именовано комисију: Декан факултета, решењем број 012-40/1954-2026

Датум именовања комисије: 30.4.2026.

Састав комисије именоване у складу са *Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду*:

- | | | |
|---|---------------------|-----------------------------------|
| 1. Струхарик др Растислав | редовни професор | електроника |
| презиме и име | звање | ужа научна област |
| Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду | Председник комисије | |
| установа у којој је запослен-а | | функција у комисији |
| 2. Вукобратовић др Дејан | редовни професор | телекомуникације и обрада сигнала |
| презиме и име | звање | ужа научна област |
| Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду | члан | |
| установа у којој је запослен-а | | функција у комисији |
| 3. Грбић др Татјана | редовни професор | теоријска и примењена математика |
| презиме и име | звање | ужа научна област |
| Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду | члан | |
| установа у којој је запослен-а | | функција у комисији |
| 4. Врањковић др Вук | ванредни професор | електроника |
| презиме и име | звање | ужа научна област |
| Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду | члан | |
| установа у којој је запослен-а | | функција у комисији |
| 5. Радовановић др Милош | редовни професор | рачунарске науке |
| презиме и име | звање | ужа научна област |
| Природно математички факултет, Универзитет у Новом Саду | члан | |
| установа у којој је запослен-а | | функција у комисији |

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1. Име, име једног родитеља, презиме: Владимир Александар Винцан
2. Датум рођења: 29.08.1996. Место и држава рођења: Нови Сад, Република Србија

II.1 Основне или интегрисане студије

Година уписа: Година завршетка: Просечна оцена током студија:

Универзитет: Универзитет у Новом Саду

Факултет: Факултет техничких наука

Студијски програм: Енергетика, електроника и телекомуникације

Стечено звање: Дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства

II.2 Мастер или магистарске студије

Година уписа: Година завршетка: Просечна оцена током студија:

Универзитет: Универзитет у Новом Саду

Факултет: Факултет техничких наука

Студијски програм: Енергетика, електроника и телекомуникације

Стечено звање: Мастер инжењер електротехнике и рачунарства

Научна област: електроника

Наслов завршног рада: Мемристивна имплементација природних неурона и синапси

II.3 Докторске студије

Година уписа:

Универзитет: Универзитет у Новом Саду

Факултет: Факултет техничких наука

Студијски програм: Енергетика, електроника и телекомуникације

Број ЕСПБ до сада остварених: Просечна оцена током студија:

II.4 Приказ научних и стручних радова кандидата

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категирија
1.	Ognjen Kundačina, Vladimir Vincan , Dragiša Mišković; "Combining X-Vectors and Bayesian Batch Active Learning: Two-Stage Active Learning Pipeline for Speech Recognition"; IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing; vol. 33 (2025) pp. 1862-1876; doi: 10.1109/TASLPRO.2025.3565216.	M21
<i>Рад припада проблематици докторске дисертације:</i> ДА НЕ <u>ДЕЛИМИЧНО</u>		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категирија
2.	Ognjen Kundačina, Vladimir Vincan , Gorana Gojić, Vukan Ninković, Dragiša Mišković; "Conformal Anomaly Detection for Predictive Maintenance in Thermal Power Plants"; IEEE Access; vol. 13 (2025) pp. 39738-39752; doi: 10.1109/ACCESS.2025.3546451.	M21
<i>Рад припада проблематици докторске дисертације:</i> ДА <u>НЕ</u> ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категирија
3.	Gorana Gojić, Vladimir Vincan , Ognjen Kundačina, Saša Taloši, Dragiša Mišković; "PyMED-DX: A Python Tool for Diagnostic Value Evaluation of Medical Images"; SoftwareX; vol. 30 (2025) Art. no. 102128; doi: 10.1016/j.softx.2025.102128.	M22
<i>Рад припада проблематици докторске дисертације:</i> ДА <u>НЕ</u> ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категирија
4.	Vukan Ninković, Vladimir Vincan , Ognjen Kundačina, Gorana Gojić, Dragiša Mišković; "AI-Driven Collaborative Welding: Innovations in System Setup and Intelligent Manufacturing"; INFOTEH-JAHORINA 2025; isbn: 978-99976-996-6-4.	M33
<i>Рад припада проблематици докторске дисертације:</i> ДА <u>НЕ</u> ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
5.	Gorana Gojić, Vladimir Vincan , Ognjen Kundačina, Dragiša Mišković, Dinu Dragan; “Non-adversarial Robustness of Deep Learning Methods for Computer Vision”; 2023 10th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering (IcETRAN); (2023) pp. 1-9; doi: 10.1109/IcETRAN59631.2023.10192125.	M33
<i>Рад припада проблематици докторске дисертације:</i> ДА <u>НЕ</u> ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
6.	Vladimir Vincan , Jovana Zoranović, Nataša Samardžić, Staniša Dautović; “All-memristive Spiking Neural Network Circuit Simulator”; 2022 11th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies (MOCASST); (2022) pp. 1-4; doi: 10.1109/MOCASST54814.2022.9837753.	M33
<i>Рад припада проблематици докторске дисертације:</i> ДА НЕ <u>ДЕЛИМИЧНО</u>		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
7.	Jovana Zoranović, Vladimir Vincan , Staniša Dautović; “Simscape approximative PWL models of Jo and HP ideal memristors”; 2021 29th Telecommunications Forum (TELFOR); (2021) pp. 1-4; doi: 10.1109/TELFOR52709.2021.9653419.	M33
<i>Рад припада проблематици докторске дисертације:</i> ДА НЕ <u>ДЕЛИМИЧНО</u>		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
8.	Огњен Кундачина, Владимир Винцан , Милица Шкипина, Илија Каменко, Драгиша Мишковић, Дубравко Ђулибрк; Техничко решење „Веб сервис за подршку апликацијама за видео конференције базиран на дубоком учењу“; Усвојено на седници одржаној 29.3.2024; ТР 01/24.	M82
<i>Рад припада проблематици докторске дисертације:</i> ДА НЕ <u>ДЕЛИМИЧНО</u>		

III ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ ТЕМЕ

Оцена:

III.1 формулације наслова тезе

Примена модела простора стања у архитектурама дубоких неуронских мрежа за обраду временских серија

Комисија сматра да је предложени наслов тезе подобан.

Предложени наслов тезе је подобан?

ДА

НЕ

III.2 предмета (проблема) истраживања

Тренутно најраспрострањеније архитектуре за решавање проблема анализе и обраде временских серија су засноване на трансформерским моделима, пре свега захваљујући њиховој високој експресивној моћи и способности моделовања сложених зависности у секвенцијалним подацима. Међутим, основни недостатак ових архитектура огледа се у квадратној временској сложености $O(N^2)$ у односу на дужину N улазне секвенце, што значајно ограничава њихову примену у обради дугих секвенци. Као последица тога, и тренирање и закључивање постају веома рачунарски захтевни и неефикасни за веће вредности N .

За ефикасну обраду дугих секвенци, пожељно је да архитектура има субквadratну временску сложеност, а идеално линеарну ($O(N)$), уз очување способности паралелизације тренинга и добрих генерализационих својстава. На пример, рекурентне неуронске мреже, иако имају повољнију временску сложеност, не задовољавају ове захтеве због ограничене могућности паралелизације, што их чини мање погодним за обраду великих количина података.

Као нова парадигма у овој области издвајају се архитектуре засноване на моделима простора стања (енг. *State Space Models*, кратко *SSM*), које у принципу задовољавају наведене захтеве, омогућавајући ефикасно моделовање дугих секвенци уз нижу рачунарску сложеност.

У том контексту, предмет предложеног истраживања је развој нових архитектура дубоких неуронских мрежа за обраду временских серија, заснованих на моделима простора стања. Главни циљ је адресирање ограничења савремених приступа, пре свега у домену ефикасне обраде дугих временских серија.

Комисија сматра да је предмет истраживања подобан за израду докторске дисертације, с обзиром на актуелност и научну релевантност теме, која има потенцијал да донесе нове научне доприносе и отвара даље правце за нова истраживања.

Предмет истраживања је подобан?

ДА

НЕ

III.3 познавања проблематике на основу изабране литературе са списком литературе

Комисија сматра да је кандидат приликом пријаве теме докторске дисертације, детаљно изложио тренутно стање и релевантне проблеме у области од интереса за истраживање примене модела простора стања.

Модели простора стања представљају добро познат и дуго присутан теоријски оквир у различитим инжењерским областима, где су се традиционално примењивали на основу аналитички дефинисаних параметара изведених из физичких карактеристика система који се моделује. Међутим, њихова директна примена у контексту савременог машинског

учења дуго је била ограничена услед изазова повезаних са оптимизацијом, спором конвергенцијом током обуке и недовољно конкурентним перформансама у поређењу са другим архитектурама дубоког учења.

Са развојем новијих приступа, значајна пажња усмерена је ка превазилажењу ових ограничења кроз унапређење начина параметризације модела и оптимизацију процеса обуке. Посебан фокус стављен је на избор структура које омогућавају стабилније учење, ефикасније представљање временских зависности и боље коришћење историје улазних података, као и на развој метода које омогућавају ефикасну паралелизацију обраде и практичнију примену ових модела на сложеним секвенцијалним задацима.

Истовремено, показало се да пуни потенцијал модела простора стања долази до изражаја тек њиховом интеграцијом са савременим архитектурама машинског учења. У том правцу развијени су различити хибридни приступи који комбинују више блокова заснованих на овим моделима са другим типовима неуронских мрежа, како би се побољшало моделовање сложених секвенцијалних зависности и постигле боље перформансе у различитим задацима.

Посебно значајан изазов препознаје се у области обраде аудио сигнала. Иако савремени системи постижу одличне резултате, њихова примена је често ограничена на релативно кратке секвенце, због чега је у пракси неопходна сегментација дужих снимака на мање целине. Овакав приступ, иако практичан, може довести до губитка ширег контекстуалног увида и последичног смањења квалитета препознавања. Због тога развој архитектура које би омогућиле директну и ефикасну обраду дугих секвенци представља важан и актуелан истраживачки правац.

Додатни изазов представља висока цена обуке савремених модела, како у погледу потребних количина података, тако и у погледу рачунарских ресурса. На пример, иако су у домену аутоматског препознавања говора доступни велики скупови података, њихова обрада, као и обука комплексних модела остају веома захтевни. У том контексту, технике преноса знања са већих и комплекснијих модела на мање и ефикасније архитектуре намећу се као обећавајуће решење. Ипак, иако су такви приступи већ нашли примену у области великих језичких модела, њихова примена у временским серијама, а посебно у контексту преноса знања ка архитектурама заснованим на моделима простора стања, и даље је недовољно истражена.

Све наведено указује на постојање јасне потребе за даљим систематским истраживањем примене модела простора стања у обради временских серија, са циљем развоја ефикаснијих, скалабилнијих и робуснијих архитектура које би могле да превазиђу ограничења постојећих приступа.

Комисија сматра да је кандидат приложио репрезентативан списак анализиране литературе, која прати савремене научне трендове и која се користи као основа за истраживање у предложеној дисертацији:

[1] Ashish Vaswani i dr. „Attention is all you need”. U: Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems. NIPS’17. Long Beach, California, USA: Curran Associates Inc., 2017., str. 6000–6010. isbn: 9781510860964.

[2] Robin Schmidt. „Recurrent Neural Networks (RNNs): A gentle Introduction and Overview“. 2019., 10.48550/arXiv.1912.05911.

[3] Albert Gu i dr. „HiPPO: recurrent memory with optimal polynomial projections”. U:

Proceedings of the 34th International Conference on Neural Information Processing Systems. NIPS '20. Vancouver, BC, Canada: Curran Associates Inc., 2020. isbn: 9781713829546.

[4] Albert Gu, Karan Goel i Christopher Ré. „Efficiently Modeling Long Sequences with Structured State Spaces”. U: The International Conference on Learning Representations (ICLR). 2022.

[5] Albert Gu i dr. „On the parameterization and initialization of diagonal state space models”. U: Proceedings of the 36th International Conference on Neural Information Processing Systems. NIPS '22. New Orleans, LA, USA: Curran Associates Inc., 2022. isbn: 9781713871088.

[6] Tri Dao i Albert Gu. „Transformers are SSMS: Generalized Models and Efficient Algorithms Through Structured State Space Duality”. U: International Conference on Machine Learning (ICML). 2024.

[7] Sukjun Hwang i dr. „Hydra: Bidirectional State Space Models Through Generalized Matrix Mixers”. U: Advances in Neural Information Processing Systems. Urednik A. Globerson i dr. Sv. 37. Curran Associates, Inc., 2024., str. 110876–110908. doi: 10.52202/079017-3520. url: https://proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2024/file/c7f795dc3b4eb6ae630695d90001a2f8-Paper-Conference.pdf.

[8] Albert Gu i dr. „Combining recurrent, convolutional, and continuous-time models with linear state-space layers”. U: Proceedings of the 35th International Conference on Neural Information Processing Systems. NIPS '21. Red Hook, NY, USA: Curran Associates Inc., 2021. isbn: 9781713845393.

[9] Jimmy T.H. Smith, Andrew Warrington i Scott Linderman. „Simplified State Space Layers for Sequence Modeling”. U: The Eleventh International Conference on Learning Representations. 2023. url: <https://openreview.net/forum?id=Ai8Hw3AXqks>.

[10] Guy E. Blelloch. Prefix Sums and Their Applications. Tehn. izv. CMU-CS-90-190. School of Computer Science, Carnegie Mellon University, nov. 1990.

[11] Xiangyu Zhang i dr. „Mamba in Speech: Towards an Alternative to Self-Attention”. U: IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing 33 (2025.), str. 1933–1948. doi: 10.1109/TASLPRO.2025.3566210.

[12] Yang Xiao i Rohan Kumar Das. „XLSR-Mamba: A Dual-Column Bidirectional State Space Model for Spoofing Attack Detection”. U: IEEE Signal Processing Letters 32 (2025.), str. 1276–1280. doi: 10.1109/LSP.2025.3547861.

[13] Kwok-Ho Ng i dr. XLSR-MamBo: Scaling the Hybrid Mamba-Attention Backbone for Audio Deepfake Detection. 2026. arXiv: 2601.02944 [eess.AS]. Url: <https://arxiv.org/abs/2601.02944>.

[14] Alec Radford i dr. Robust Speech Recognition via Large-Scale Weak Supervision. 2022. arXiv: 2212.04356 [eess.AS]. url:<https://arxiv.org/abs/2212.04356>.

[15] Alexei Baevski i dr. „wav2vec 2.0: a framework for self-supervised learning of speech representations”. U: Proc. 34th Int. Conf. Neural Inf. Process. Syst. 2021., str. 12449–12460. isbn: 9781713829546.

[16] Max Bain i dr. „WhisperX: Time-Accurate Speech Transcription of Long-Form Audio”. U: INTERSPEECH 2023 (2023.).

[17] Aviv Bick i dr. „Transformers to SSMS: distilling quadratic knowledge to subquadratic models”. U: Proceedings of the 38th International Conference on Neural Information Processing Systems. NIPS '24. Vancouver, BC, Canada: Curran Associates Inc., 2024. isbn: 9798331314385.

[18] Alex Graves i dr. „Connectionist temporal classification: labelling unsegmented sequence

data with recurrent neural networks". U: Proceedings of the 23rd International Conference on Machine Learning. ICML '06. Pittsburgh, Pennsylvania, USA: Association for Computing Machinery, 2006., str. 369–376. isbn: 1595933832. doi: 10.1145/1143844.1143891. url: <https://doi.org/10.1145/1143844.1143891>.

[19] Robert Flynn i Anton Ragni „Beyond the Utterance: An Empirical Study of Very Long Context Speech Recognition". U: IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing, vol. 34, pp. 910-920, 2026, doi: 10.1109/TASLPRO.2026.3658246.

[20] Ting-Wei Zhang i Shanq-Jang Ruan „VM-ASR: A Lightweight Dual-Stream U-Net Model for Efficient Audio Super-Resolution". U: IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing, vol. 33, pp. 666-677, 2025, doi: 10.1109/TASLPRO.2025.3533365.

[21] Nikolai Lund Kühne i dr. „MambaAttention: Mamba With Multi-Head Attention for Generalizable Single-Channel Speech Enhancement". U: IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing, vol. 34, pp. 820-833, 2026, doi: 10.1109/TASLPRO.2026.3656023.

[22] Wei-Ning Hsu i dr. „HuBERT: Self-Supervised Speech Representation Learning by Masked Prediction of Hidden Units". U: IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, vol. 29, pp. 3451-3460, 2021, doi: 10.1109/TASLP.2021.3122291.

[23] Nurmamet Yolwas i dr. „An Mcformer encoder integrating Mamba and Cgmlp for improved acoustic feature extraction". U: Sci Rep 15, 23348 (2025). doi: 10.1038/s41598-025-04979-1.

[24] Hanyu Ding i dr. "Keyword Mamba: Spoken keyword spotting with state space models". U: Computer Speech & Language, vol. 99, 2026, 101909, ISSN 0885-2308, doi: 10.1016/j.csl.2025.101909.

Избор литературе је одговарајући?

ДА

НЕ

III.4 циљева истраживања

Циљ предложеног истраживања је развој, имплементација и систематска анализа нових архитектура за обраду временских серија заснованих на моделима простора стања, са посебним фокусом на примену у обради аудио сигнала. Истраживање је усмерено ка испитивању потенцијала ових архитектура да постигну конкурентне перформансе у односу на савремене приступе засноване на трансформерским моделима, уз истовремено унапређење у погледу скалабилности, временске ефикасности и оптимизације меморијских ресурса.

У оквиру истраживања биће разматран утицај различитих типова архитектура, параметара модела и карактеристика података на квалитет и поузданост добијених резултата. Посебна пажња биће усмерена на развој енкодерских архитектура заснованих на моделима простора стања, као и на пројектовање хибридних модела који комбинују карактеристике модела простора стања и трансформерских архитектура, са циљем обједињавања предности оба приступа. Поред тога, биће анализирана способност предложених решења за ефикасну обраду дугих секвенци, као и могућности примене техника преноса знања са великих претходно обучених модела на компактније и ефикасније архитектуре.

Евалуација предложених архитектура биће спроведена на релевантним стандардним скуповима података, применом одговарајућих метрика за процену како тачности, тако и рачунарске ефикасности. Очекује се да резултати истраживања покажу да предложени приступи могу да обезбеде конкурентне, а потенцијално и боље перформансе у односу на постојећа решења, уз нижу рачунарску сложеност, бољу скалабилност при раду са дугим секвенцама и већу робусност у различитим условима примене.

Истраживање би, такође, требало да допринесе дубљем разумевању улоге модела

простора стања у оквиру савремених архитектура дубоког учења, као и да отвори простор за њихову ширу примену у различитим задацима обраде секвенцијалних података.

Комисија сматра да су наведени циљеви адекватно постављени и подобни за израду докторске дисертације.

Циљеви истраживања су одговарајући?

ДА

НЕ

III.5 очекиваних резултата (хипотезе)

Очекује се да резултати предложеног истраживања допринесу унапређењу области ефикасне обраде временских серија, са посебним значајем за домен обраде аудио сигнала и аутоматског препознавања говора. Полазећи од чињенице да модели простора стања представљају општи оквир за секвенцијално моделовање, претпоставља се да развијене архитектуре неће бити ограничене искључиво на једну конкретну примену, већ да ће њихови принципи бити применљиви и на шири спектар задатака који подразумевају обраду секвенцијалних података и ефикасно моделирање дугорочних зависности. У складу са тим, очекује се да предложени приступи, уз одговарајућа прилагођавања, могу наћи примену у различитим апликативним сценаријима који захтевају обраду временски зависних података.

Једна од основних хипотеза истраживања јесте да архитектура засноване на моделима простора стања могу обезбедити повољнији однос између тачности и рачунарске ефикасности у поређењу са постојећим приступима, нарочито у задацима који подразумевају обраду дугих секвенци. Такође се претпоставља да комбинација ових архитектура са савременим приступима дубоког учења, као и примена техника преноса знања, може додатно допринети побољшању перформанси и практичне применљивости предложених решења.

Практични значај истраживања огледа се у очекивању да ће резултати омогућити развој рачунарске ефикаснијих модела, погодних за примену у окружењима са ограниченим меморијским и процесорским ресурсима. Полази се од претпоставке да би овакви модели могли проширити могућности примене напредних система за обраду секвенцијалних података и у сценаријима где примена великих и рачунарске захтевних архитектура није изводљива. На основу тога, очекује се да предложено истраживање оствари не само научни допринос у разумевању и развоју нових архитектура, већ и значајан практични допринос у развоју ефикасних, скалабилних и шире применљивих система за обраду секвенцијалних података.

На основу постављених хипотеза и очекиваних резултата, комисија закључује да је истраживачки оквир логички конзистентан, теоријски утемељен и емпиријски проверљив. Хипотезе су јасно формулисане, усклађене са предметом и циљевима истраживања. Стога, комисија оцењује да су очекивани резултати и постављене хипотезе у потпуности подобни за реализацију докторске дисертације и да представљају адекватну основу за остваривање научног доприноса.

Очекивани резултати представљају значајан научни допринос?

ДА

НЕ

III.6 плана рада (на основу фаза истраживања и оријентационог садржаја дисертације из Обрасца 1)

Почетна фаза истраживања обухватиће детаљан преглед литературе из области модела простора стања, трансформерских архитектура, рекурентних неуронских мрежа и њихове примене у обради временских серија и аутоматском препознавању говора. У овој фази биће анализирани теоријске основе релевантних приступа, њихове предности и ограничења, као и идентификовани отворени истраживачки проблеми који представљају

полазиште за предложено истраживање.

Наредна фаза обухватиће прикупљање, припрему и обраду релевантних скупова података који ће бити коришћени у експерименталној евалуацији. Поред стандардних скупова података из домена аутоматског препознавања говора, посебна пажња биће посвећена креирању и припреми скупова погодних за анализу понашања модела при обради дугих секвенци, како би се омогућила систематична процена скалабилности и способности моделовања дугорочних зависности.

Централни део истраживања биће усмерен на развој и имплементацију већег броја варијанти архитектура заснованих на моделима простора стања. Ова фаза обухватиће дизајн енкодерских архитектура заснованих на SSM приступу, развој хибридних архитектура које комбинују карактеристике модела простора стања и трансформерских модела, као и систематско испитивање различитих конфигурација у погледу броја слојева, димензија уграђених репрезентација и укупног броја параметара. Посебна истраживачка активност биће посвећена примени техника дестилације знања, са циљем преноса знања из великих претходно обучених трансформерских модела у ефикасније архитектуре засноване на моделима простора стања, као и поређењу овако добијених модела са моделима обучаваним од почетка.

Експериментални део истраживања укључиће свеобухватну квантитативну евалуацију предложених архитектура применом стандардних метрика за процену тачности, као што су грешка на нивоу речи (енг. *Word Error Rate, WER*), грешка на нивоу карактера (енг. *Character Error Rate, CER*), као и метрика које описују рачунарску сложеност модела, као што је фактор реалног времена (енг. *Real-Time Factor, RTF*), време извршавања, број *multiply-accumulate (MAC)* операција и меморијско заузеће. Посебна пажња биће посвећена анализи стабилности процеса обуке, као и поређењу предложених решења са релевантним постојећим архитектурама. Додатно, планирана је систематична евалуација над дугим аудио секвенцама, са циљем анализе скалабилности и понашања модела у условима који превазилазе ограничења типичних постојећих система.

У циљу испитивања шире применљивости предложених приступа, предвиђена је и анализа способности генерализације модела кроз примену на задацима сродним обради говора, као и тестирање робусности коришћењем података који се разликују од оних коришћених током обуке. На овај начин биће омогућена свеобухватна процена не само перформанси, већ и поузданости предложених архитектура у различитим условима примене.

Завршна фаза истраживања обухватиће синтезу и анализу добијених резултата, њихово поређење са актуелним стањем у области, идентификацију предности и ограничења предложених приступа, као и формулисање закључака и препорука за даља истраживања. Добијени резултати биће систематизовани и документовани у оквиру докторске дисертације, чија ће структура обухватити уводна разматрања, теоријске основе, преглед литературе, методологију истраживања, експерименталну евалуацију, дискусију резултата, закључке, литературу и релевантне додатке.

На основу приказаног, комисија закључује да је план рада јасно структуриран, логички доследан и у потпуности подобан за израду докторске дисертације. Предложене фазе истраживања омогућавају систематично и свеобухватно сагледавање проблема, као и успешну реализацију постављених научних циљева и очекиваних доприноса.

План рада је одговарајући?

ДА

НЕ

III.7 метода и узорака истраживања

У оквиру предложеног истраживања биће примењен скуп метода из области обраде сигнала и машинског учења, прилагођених анализи и моделовању временских серија, са посебним фокусом на обраду аудио сигнала. Истраживачка методологија обухватиће поступке припреме и трансформације података, примену различитих архитектура дубоког учења, избор одговарајућих метода оптимизације, као и технике преноса знања у циљу развоја ефикаснијих модела.

У почетним фазама истраживања биће примењене стандардне методе претпроцесирања временских серија, које укључују нормализацију сигнала, уједначавање параметара снимања кроз поновно узорковање (енг. *resampling*), као и друге поступке трансформације улазних података у формат погодан за обраду моделима дубоког учења. Ови поступци имају за циљ обезбеђивање конзистентности података и стварање адекватне основе за објективну евалуацију различитих архитектурних приступа.

Централни део методологије засниваће се на примени и упоредној анализи различитих модела машинског учења за обраду секвенцијалних података. У том контексту биће разматране класичне архитектуре вештачких неуронских мрежа, конволуционе неуронске мреже, трансформерски модели, као и архитектуре засноване на моделима простора стања. Овај приступ омогућиће систематично поређење предложених решења са постојећим методама, како у погледу тачности, тако и у погледу рачунарске ефикасности и способности моделовања дугорочних зависности у секвенцијалним подацима.

У процесу обуке модела биће примењене одговарајуће функције грешке и оптимизационе методе, у зависности од природе конкретног задатка и архитектуре која се анализира. Посебна пажња биће посвећена избору метода погодних за секвенцијалне задатке, како би се обезбедила стабилна и ефикасна обука предложених архитектура, као и поуздана процена њихових перформанси.

Истраживање ће, између осталог, обухватити испитивање техника дестилације модела као механизма за пренос знања из великих претходно обучених трансформерских архитектура у компактније и рачунарски ефикасније моделе засноване на моделима простора стања. На овај начин биће испитане могућности смањења рачунарске сложености, убрзања процеса обуке и очувања високог нивоа перформанси код предложених модела.

Када је реч о експерименталном делу истраживања, биће коришћени стандардни и широко прихваћени скупови података за евалуацију метода обраде временских серија, са примарним фокусом на домен аутоматског препознавања говора. Основни скуп података за експерименталну евалуацију биће *LibriSpeech*, који представља један од референтних скупова података у овој области и омогућава објективно поређење добијених резултата са постојећим решењима. Поред тога, у складу са циљевима истраживања, могуће је укључивање и додатних скупова података за анализу генерализације, робусности и понашања модела у условима који одступају од дистрибуције података коришћених током обуке.

Комисија закључује да су предложени методолошки оквир, коришћени инструменти и дефинисани узорак адекватни за спровођење планираног истраживања.

Метод и узорак су одговарајући?

ДА

НЕ

III.8 места, лабораторије и опреме за истраживачки рад

Истраживања ће се вршити у лабораторијама Истраживачко-развојног института за вештачку интелигенцију Србије у Научно-технолошком парку у Новом Саду. Опрема за истраживачки рад, између осталог подразумева приступ ФМЛЕ кластеру са графичким картицама у Крагујевцу.

Комисија сматра да су место истраживања и опрема подобни, јер омогућавају спровођење предложеног истраживања.

Услови за истраживачки рад су одговарајући?

ДА

НЕ

III.9 методе статистичке обраде података и осталих релевантних података

Резултати ове дисертације, добијени применом савремених метода дубоког учења, обухватиће стандардне показатеље перформанси модела за обраду временских серија и аудио сигнала. Евалуација предложених архитектура биће спроведена применом релевантних метрика, укључујући *WER*, *CER*, *RTF* и број *MAC* операција. Добијени резултати биће систематски упоређени са постојећим инжењерским приступима и релевантним архитектурама дубоког учења из литературе.

Комисија сматра да је овакав приступ коректан, те оцењује да је овај елемент пријаве дисертације подобан.

Предложене методе су одговарајуће?

ДА

НЕ

IV ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ КАНДИДАТА

Услови дефинисани за кандидата студијским програмом:

На основу чланова 65 и 100 Закона о високом образовању ("Сл. гласник РС" бр. 88/2017, 73/2018, 27/2018 - др. закони, 67/2019, /2020 - др. закони, 11/2021 - аутентично тумачење и 67/2021 и 67/2021 – др. закони), чланова 63 и 151 до 158 Статута Факултета техничких наука у Новом Саду од 2.7.2018., 17.10.2018. и 28.12.2018. године (Пречишћен текст од 28.12.2018. године), као и „Правилника о упису, студирању на докторским академским студијама и стицању звања доктора наука, односно доктора уметности“ (Број 01-195/11-1 од 7.10.2021. године) Факултета техничких наука, право да пријави тему докторске дисертације стиче студент који је положио све испите одређене студијским програмом и који је одбранио Теоријске основе докторске дисертације.

Образложење:

Владимир Винцан је редован студент докторских академских студија Енергетика, електроника и телекомуникације на Факултету техничких наука Универзитета у Новом Саду. Положио је све испите предвиђене планом и програмом и одбранио Теоријске основе докторске дисертације. Кандидат је аутор или коаутор два научна рада категорије М21, једног категорије М22, четири категорије М33 и једног категорије М82. Има 34 цитата према сервису Google Scholar. На основу свега наведеног комисија сматра да Владимир Винцан испуњава услове за израду докторске дисертације.

Да ли кандидат испуњава дефинисане услове?

ДА

НЕ

V ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕНТОРА

V.1.1 Биографија ментора 1 (до 500 речи):

Станиша Даутовић је рођен 1964. године у Београду, Србија. Запослен је на Факултету техничких наука Универзитета у Новом Саду. Области научно-истраживачког рада: теорија електричних кола, теорија система и сигнала, теорија графова и комбинаторна оптимизација, теорија алгоритама и сложености, алгоритамске метахеуристике, формална верификација дигиталних и аналогних кола, неуроморфно рачунарство. Члан је IEEE Друштва за кола и системе, као и IEEE Техничког комитета за рачунарство хелијских нелинеарних и мемристивних мрежа и низова (IEEE CNN-MAC TC).

V.1.2 Биографија ментора 2 (до 500 речи):

Драгиша Мишковић је рођен 1975. године у Шапцу. Дипломирао је на Факултету техничких наука (ФТН) у Новом Саду, на електротехничком одсеку, на смеру за рачунарство и управљање системима. У јуну 2017. је одбранио докторску тезу на ФТН под називом „Контекстно зависно препознавање говора у интеракцији између човека и машине”, на смеру за телекомуникације и обраду сигнала.

Драгиша Мишковић је до сада учествовао као аутор на преко 80 публикација у категоријама М20, М30 и М60. Поред тога, учествовао је на бројним националним и европским пројектима и дао значајани допринос у развоју 16 техничких решења из области говорних технологија, роботике и других примена вештачке интелигенције. Тренутно је запослен на Истраживачко-развојном институту за вештачку интелигенцију Србије као виши научни сарадник и вођа Групе за интеракцију човек-машина, где је ангажован на пројектима развоја и примене вештачке интелигенције у роботизици, дистрибуираним системима машинског учења, мултимодалној перцепцији, обради природног језика, итд.

V.2.1 Референце ментора 1 из научне области којој припада тема докторске дисертације:

Р. бр.	аутори, наслов, <i>часопис</i> , волумен (година) број страница од-до, DOI или ISBN/ISSN	категирија
1.	Samardžić N., Dautović S.: Implementation of Direct Feedback Alignment Through Time Algorithm in Training of Shallow Fully Memristive Spiking Neural Networks, <i>International Journal of Circuit Theory and Applications</i> (2025): 1–11, Online ISSN:1097-007X, https://doi.org/10.1002/cta.70150 , IF1.6.	M22
2.	Dautović S., Samardžić N., Juhas A., Ascoli A., Tetzlaff R.: Analytical Solutions for Charge and Flux in HP Ideal Generic Memristor Model with Joglekar and Prodromakis Window Functions, <i>IEEE Access</i> , 2024, Vol. 12, pp. 94870-94884, ISSN 2169-3536, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3424568, IF 3.7.	M21
3.	Samardžić N., Bajić J., Sekulić D., Dautović S.: Volatile Memristor in Leaky Integrate-and-Fire Neurons: Circuit Simulation and Experimental Study, <i>Electronics (Basel)</i> , 2022, Vol. 11, No. 6, pp. 1-13, ISSN 2079-9292, https://doi.org/10.3390/electronics11060894 , IF 2.9.	M22
4.	Dautović S., Samardžić N., Juhas A.: Takacs Model of Hysteresis in Mathematical Modeling of Memristors, <i>Radioengineering</i> , 2020, ISSN 1210-2512, doi:10.13164/re.2020.0147, IF 0.967.	M23
5.	Juhas A., Dautović S.: Computation of pinched hysteresis loop area from memristance-vs-state map , <i>IEEE Transactions on Circuits and Systems II</i> , Vol. 66, No 4, April 2019, pp. 677-681, ISSN 1549-7747, doi: 10.1109/TCSII.2018.2868384, IF 3.250.	M22

V.2.2 Референце ментора 2 из научне области којој припада тема докторске дисертације:

Р. бр.	аутори, наслов, <i>часопис</i> , волумен (година) број страница од-до, DOI или ISBN/ISSN	категирија
1.	Ognjen Kundačina, Vladimir Vincan and Dragiša Mišković, "Combining X-Vectors and Bayesian Batch Active Learning: Two-Stage Active Learning Pipeline for Speech Recognition," in <i>IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing</i> , vol. 33, pp. 1862-1876, 2025, doi: 10.1109/TASLPRO.2025.3565216	M21
2.	Vukan Ninković, Dejan Vukobratović, Dragiša Mišković and Marco Zennaro, "COMSPLIT: A Communication-Aware Split Learning Design for Heterogeneous IoT Platforms," in <i>IEEE Internet of Things Journal</i> , vol. 12, no. 5, pp. 5305-5319, 1 March1, 2025, doi: 10.1109/JIOT.2024.3487246	M21a+
3.	Mirsad Čosović, Dragiša Mišković, Muhamed Delalić, Darijo Raca and Dejan Vukobratović, "Distributed Inference Over Linear Models Using Alternating Gaussian Belief Propagation," in <i>IEEE Internet of Things Journal</i> , vol. 10, no. 22, pp. 19949-19963, 15 Nov.15, 2023, doi: 10.1109/JIOT.2023.3282161.	M21a+
4.	Dragiša Mišković, Lazar Milić, Andrej Čilag, Tanja Berisavljević, Achim Gottscheber, and Mirko Raković. 2022. "Implementation of Robots Integration in Scaled Laboratory Environment for Factory Automation" <i>Applied Sciences</i> 12, no. 3: 1228. https://doi.org/10.3390/app12031228	M21
5.	Dragiša Mišković, Milan Gnjatović, Perica Štrbac, Branimir Trenkić, Nikša Jakovljević, Vlado Delić "Hybrid methodological approach to context dependent speech recognition", <i>International Journal of Advanced Robotic</i>	M23

V.3 Услови дефинисани за ментора у складу са *Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду* за област којој припада докторска дисертација:

На основу Закона о високом образовању, као и у складу са Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду усвојеним на седници Сената Универзитета у Новом Саду одржаној 25.2.2021, која су ступила на снагу 5.3.2021., а примењују се од 1.4.2021. године (Измене и допуне: 27.10.2022. године; 30.3.2023. године и 28.3.2024. године) за ментора за израду докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта (у даљем тексту: ментор) може бити именован наставник Универзитета, односно факултета који је у радном односу на факултету који реализује студијски програм докторских студија, а који има потребну научну, односно уметничку способност из области теме докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта. Ментор мора имати референце из научне, односно уметничке области којој припада тема докторске дисертације. Ментор мора да испуњава следеће допунске критеријуме у оквиру образовно-научног, односно образовно-уметничког поља: За поље техничко-технолошких наука ментор мора имати најмање пет радова објављених у претходних десет година у часописима са импакт фактором са SCI листе, односно SCIE листе.

Образложење:

За кандидата Владимира Винцана и тему докторске дисертације „Примена модела простора стања у архитектурама дубоких неуронских мрежа за обраду временских серија“ су предложена два ментора, чије се компетенције допуњују. Увидом у биографију и библиографију, комисија констатује да предложени ментори проф. др Станиша Даутовић и др Драгиша Мишковић у потпуности испуњавају услове за менторство, уз следеће образложење:

Референце [1] и [3] првог предложеног ментора припадају области развоја вештачких спајкинг неуронских мрежа, које су врста неуронских мрежа треће генерације. Свих пет радова [1]-[5] првог предложеног ментора припадају области мемристивних електричних кола и система. Мемристори су електрични елементи који обавезно поседују барем једну унутрашњу променљиву стања, тако да су сви математички модели мемристивних кола и система увек постављени у простору стања. На овај начин први предложени ментор има захтеване компетенције и референце из научне области којој припада тема докторске дисертације.

Други предложени ментор има вишедеценијско искуство, резултате и професионалну каријеру у области развоја и примена вештачке интелигенције у говорним технологијама, роботици и другим инжењерским дисциплинама. На основу приложене стручне биографије и научних референци, комисија закључује да други предложени ментор поседује захтеване компетенције и референце из научне области којој припада тема докторске дисертације.

Да ли ментори испуњавају услове?

ДА

НЕ

VI ZAKЉUČAK

Тема је подoбна	<u>ДА</u>	НЕ
Кандидат је подoбан	<u>ДА</u>	НЕ
Ментори су подoбни	<u>ДА</u>	НЕ

Образложење о подoбности теме, кандидата и ментора (до 500 речи):

Комисија за оцену подoбности кандидата, теме и ментора за израду докторске дисертације „Примена модела простора стања у архитектурама дубоких неуронских мрежа за обраду временских серија” кандидата Владимира Винцана, размотрила је целокупну документацију. Комисија сматра да је проблематика која ће бити разматрана у оквиру тезе актуелна, како са теоријског, тако и са практичног аспекта. Комисија такође сматра да кандидат Владимир Винцан испуњава све законске услове за израду докторске дисертације. Комисија је утврдила да предложени ментори др Станиша Даутовић и др Драгиша Мишковић испуњавају све услове предвиђене законом и правилником факултета.

Место и датум: Нови Сад, 08.06.2026.

1. Др Растислав Струхарик, редовни професор

_____, председник

2. Др Дејан Вукобратовић, редовни професор

_____, члан

3. Др Татјана Грбић, редовни професор

_____, члан

4. Др Вук Врањковић, ванредни професор

_____, члан

5. Др Милош Радовановић, редовни професор

_____, члан

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.