

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Ивана Вајса, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду, бр. 337 од 03.03.2023. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Ивана Вајса, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **„Интелигентни системи за детекцију дислексичних образаца очних покрета током читања на српском језику“** (енг. *Intelligent systems for the detection of dyslexic eye movement patterns during reading in the Serbian language*).

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Иван Вајс је рођен 9.10.1996. године у Београду. Завршио је првих 6 разреда основне школе у ОШ „Лазар Саватић“. Седми и осми разред основне школе завршио је у „Основној школи при Математичкој гимназији“ у Београду са просечном оценом 5,00. Уписао је Математичку гимназију коју је завршио са просечном оценом 5,00. Електротехнички факултет Универзитета у Београду је уписао 2015. године где је дипломирао на одсеку Сигнали и системи са просечном оценом 9.38. Дипломски рад под насловом „Валидација алгорита за анализу хода применом оптичког система“ одбранио је у септембру 2019. године са оценом 10. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду на модулу Сигнали и системи је уписао у октобру 2019. године, а завршио 2020. године са просечном оценом 9.83. Мастер рад под насловом „Софтвер отвореног кода за анализу хода у реалном времену коришћењем инерцијалних сензора“ одбранио је са оценом 10. Докторске студије је уписао 2020. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, смер Управљање системима и обрада сигнала. Све испите на докторским студијама је положио са просечном оценом 10.

Од 2019. године је запослен у Иновационом центру Електротехничког факултета у Београду. У звање истраживач-приправник изабран је 26. новембра 2020. Иван је аутор 14 научних публикација, од којих је 7 објављено у научним часописима са импакт фактором, 5 радова је објављено у зборницима са међународних конференција и 2 су објављена техничка решења. Учествовао је у једном међународном *Horizon 2020* пројекту, једном пројекту Фонда за науку

Републике Србије, два комерцијална пројекта Фонда за иновациону делатност Републике Србије, једном пројекту Бизнис инкубатор удружења за истраживање и развој Ваљево и ангажован је на пројекту Министарства науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије.

Поседује САЕ сертификат и био је носилац стипендије за изузетно надарене ученике и студенте Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије током средње школе, као и на основним и мастер студијама.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат Иван Вајс је стекао научноистраживачко искуство радећи као истраживач приправник у Иновационом центру Електротехничког факултета у Београду. Научноистраживачке активности Ивана Вајса су биле усмерене на примену метода машинског учења и обраде сигнала у анализи биомедицинских података и калибрацији сензора. Бавио се примењеним когнитивним истраживањима, анализирајући мултимодална сензорска мерења прикупљена од испитаника са дислексијом. Такође је радио са *low-cost* сензорима за мерење квалитета ваздуха, развијајући различите методе калибрације на основу датих метеоролошких услова мерења сензора.

Током досадашњег научноистраживачког рада, учествовао је у следећим истраживачким и комерцијалним пројектима:

- 2019. међународни пројекат програма Horizon2020 L4MS, „FOF-12-2017 ICT Innovation for manufacturing SMEs (I4MS), Area 2: Robotics“, бр. 767642.
- 2021- национални пројекат програма развоја науке и технологије Министарства науке, технолошког развоја и иновација (до 2023. године Министарства просвете, науке и технолошког развоја) Републике Србије „Подршка остваривању заједничког интереса у научноистраживачкој делатности“
- 2021-2022. национални пројекат „Нова решења у развоју софтвера заснована на сличности текстова“ (AVANTES), Фонд за науку Републике Србије, бр. 6526093.
- 2021. комерцијални пројекат „Дизајн и развој хибридне мреже за праћење квалитета ваздуха“ за фирму DNET Labs, суфинансиран од стране Фонда за иновациону делатност Републике Србије, бр. 918, иновациони ваучер.
- 2021. комерцијални пројекат „Студија изводљивости за бесконтактни мониторинг спавања применом радарске технологије и референтног мултимодалног система“ за фирму *Novelic* доо, Београд, суфинансирана од стране Фонда за иновациону делатност Републике Србије, бр. 760, иновациони ваучер.
- 2020-2021. комерцијални пројекат: курс Дигитална фабрикација – рад са 3Д штампачима за Бизнис инкубатор удружења за истраживање и развој Ваљево.

Кандидат је положио све испите на докторским студијама са оценом 10:

- 19Д031ДОС - Дигитална обрада сигнала, 9 ЕСПБ
- 19Д051МИЕ - Методе и инструментација за електрофизиологију, 9 ЕСПБ
- 19Д031МСКС - Моделовање саобраћаја у М2М комуникационим системима, 9 ЕСПБ
- 19Д051НП - Неуралне протезе, 9 ЕСПБ
- 19Д051НМ - Неуралне мреже, 9 ЕСПБ

- 19Д061БСП - Биомедицински сензори и претварачи, 9 ЕСПБ
- 19Д051НВМ - Неуровизуелизационе методе, 9 ЕСПБ.

Такође, кандидат је завршио и преостале обавезе у току докторских студија:

1. Студијски истраживачки рад у вези докторске тезе I (24 ЕСПБ), 30.09.2021.
2. Студијски истраживачки рад у вези докторске тезе II (24 ЕСПБ), 30.09.2022.

Кандидат је до сада објавио укупно 7 радова у часописима са SCI листе (4 категорије M21, 2 категорије M22 и 1 категорије M23), 5 радова штампаних у целости у зборницима међународних конференција (катеорија M33) и 2 техничка решења (катеорија M85).

Списак до сада публикованих радова кандидата Ивана Вајса:

Категорија M20 (радови објављени у часописима међународног значаја)

- [1] I. Vajs, D. Drajić, N. Gligorić, I. Radovanović, and I. Popović, "Developing Relative Humidity and Temperature Corrections for Low-Cost Sensors Using Machine Learning," *Sensors*, vol. 21, no. 10, p. 3338, 2021. ISSN 1424-8220, Impact factor 3.847, doi: <https://doi.org/10.3390/s21103338> (M21)
- [2] I. Vajs, D. Drajić, and Z. Cica, "COVID-19 Lockdown in Belgrade: Impact on Air Pollution and Evaluation of a Neural Network Model for the Correction of Low-Cost Sensors' Measurements," *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 22, p. 10563, 2021. ISSN 2076-3417, Impact factor 2.838, doi: <https://doi.org/10.3390/app112210563> (M22)
- [3] I. Popović, I. Radovanović, I. Vajs, D. Drajić, and N. Gligorić, "Building Low-Cost Sensing Infrastructure for Air Quality Monitoring in Urban Areas Based on Fog Computing," *Sensors*, vol. 22, no. 3, p. 1026, 2022. ISSN 1424-8220, Impact factor 3.847, doi: <https://doi.org/10.3390/s22031026> (M21)
- [4] I. Vajs, V. Ković, T. Papić, A. M. Savić, and M. M. Janković, "Spatiotemporal Eye-Tracking Feature Set for Improved Recognition of Dyslexic Reading Patterns in Children," *Sensors*, vol. 22, no. 13, 2022. ISSN 1424-8220, Impact factor 3.847, doi: <https://doi.org/10.3390/s22134900> (M21)
- [5] I. A. Vajs, G. S. Kvaščev, T. M. Papić, and M. M. Janković, "Eye-Tracking Image Encoding: Autoencoders for the Crossing of Language Boundaries in Developmental Dyslexia Detection," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 3024–3033, 2023. ISSN 2169-3536, Impact factor: 3.476, doi: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3234438> (M22)
- [6] I. Vajs, T. Papić, V. Ković, A. M. Savić, M. M. Janković, "Accessible Dyslexia Detection with Real-Time Reading Feedback through Robust Interpretable Eye-Tracking Features," *Brain Sciences*, vol. 13, no. 3, p. 405, 2023. ISSN 2076-3425, Impact factor: 3.333, doi: <https://doi.org/10.3390/brainsci13030405> (M23)
- [7] I. Vajs, D. Drajić, and Z. Cica, "Data-Driven Machine Learning Calibration Propagation in A Hybrid Sensor Network for Air Quality Monitoring," *Sensors*, vol. 23, no. 5, p. 2815, 2023. ISSN 2076-3417, Impact factor 3.847, doi: <https://doi.org/10.3390/s23052815> (M21)

Категорија M30 (зборници међународних научних скупова)

- [1] I. Vajs, D. Drajić, and I. Radovanović, "Investigation of the influence of relative humidity and temperature on the IOT solution with low cost air quality monitoring," *Proc. Int. Conf. Renew. Electr. Power Sources – ICREPS*, pp. 261–265, 16. Oct 2020, Belgrade, 2020. (M33)

- [2] I. A. Vajs, V. N. Bobić, M. D. Đurić-Jovičić, and M. M. Janković, "Open-source application for real-time gait analysis using inertial sensors," Proceedings of 28th Telecommunications Forum (TELFOR), pp. 1–4, 24.-25. Nov 2020, Belgrade, 2020. (M33)
- [3] I. Vajs, P. Jekić, A. Marjanović, and M. M. Janković, "Speech vs. Music Classification Based on EEG Spectral Features Using Artificial Neural Networks," Proceedings of IcETRAN 2021, pp. 1–4, 8.-9. Sep 2021, Ethno village Stanišići, 2021. (M33)
- [4] M. Badža, M. Lazić, J. Živanović, D. Popović, I. Vajs, and M. M. Janković, "How piano training affects manual dexterity and finger synergy?," Proceedings of 29th Telecommunications Forum (TELFOR), pp. 1–4, 23.-24. Nov 2021, Belgrade, 2021. (M33)
- [5] I. Vajs, V. Ković, T. Papić, A. M. Savić, and M. M. Janković, "Dyslexia detection in children using eye tracking data based on VGG16 network," Proceedings of 30th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2022), pp. 1601 - 1605, 29. Aug-2. Sep, Belgrade, 2022. (M33)

Категорија М85 (Ново техничко решење – није комерцијализовано)

- [1] D. Drajić, I. Vajs, Metoda za detekciju i eliminaciju ekstremnih vrednosti merenja "low-cost" senzora za praćenje kvaliteta vazduha, Beograd, 2022.
- [2] D. Drajić, I. Vajs, Z. Čiča, Metoda za prenos kalibracije u hibridnoj senzorskoj mreži za praćenje kvaliteta vazduha sa „low-cost“ sensorima, Beograd, 2022

Усмена одбрана теме докторске дисертације Ивана Вајса је одржана 14.03.2023. у просторијама Електротехничког факултета пред Комисијом у саставу др Горан Квашчев, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет, др Вања Ковић, редовни професор, Универзитет у Београду – Филозофски факултет, др Милош Цветановић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет, др Андреј Савић, виши научни сарадник, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет, др Владислава Крсмановић, научни сарадник, Иновациони центар Електротехничког факултета у Београду. Кандидат Иван Вајс је на јавној усменој одбрани предложене теме докторске дисертације добио оцену: задовољно. Узимајући у обзир чињеницу да се први пут у литератури разматрају интелигентни системи за препознавање дислексије на српском језику, чланови комисије су сугерисали кандидату да докторска дисертација буде написана на српском језику.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Кандидат је успешно завршио све обавезе предвиђене наставним програмом докторских студија: положио је све испите са одличним оценама, извештаји о студијским истраживачким радовима су усвојени, а на усменој одбрани теме докторске дисертације је дао детаљна образложења кључних аспеката истраживања као и одговоре на сва постављена питања. Кандидат је показао одлично познавање постојеће литературе у области предложене теме, као и способност за формирање оригиналне методологије за достизање постављених циљева истраживања.

Досадашње научноистраживачке активности кандидата су верификоване низом публикација у међународним часописима са SCI листе (на 6 радова од укупно 7 је први аутор), публикацијама у зборницима међународних конференција (на 4 рада од укупно 5 је први аутор), кроз 2 техничка решења, као и кроз практичну имплементацију на истраживачким и комерцијалним пројектима.

На основу претходног приказа резултата досадашњег рада и оствареног искуства, може се констатовати да кандидат Иван Вајс поседује истраживачко искуство које га квалификује за израду предложене докторске дисертације и каснију одбрану.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања предложене докторске дисертације је анализа образаца покрета очију током процеса читања код деце са и без потешкоћа у учењу читања, тј. са и без дислексије. Истраживање ће се фокусирати на просторну карактеризацију покрета очију, а алгоритми машинског учења ће бити примењени у сврху разликовања дислексичних образаца очних покрета у односу на неуротипичне обрасце.

Заступљеност неуроразвојних поремећаја који резултују потешкоћама у идентификовању речи, правопису и разумевању прочитаног се процењује да је 20% у општој популацији (17.5% у школском узрасту), док 5–7% популације има теже облике оваквих потешкоћа и дијагнозу дислексије [1]. Сходно заступљености и негативним утицајима које дислексија може имати на квалитет живота укључујући едукативне, социјалне и емоционалне аспекте [2], [3], она је предмет мултидисциплинарних истраживања, како за успостављање дијагнозе, тако и за евалуацију, мониторинг и асистенцију [4], [5].

У оквиру истраживања која се баве дислексијом из перспективе биомедицинског инжењерства, примењују се различити приступи засновани на методама мерења физиолошких показатеља, укључујући површинска мерења можданих активности (електроенцефалографија, ЕЕГ) [6], методе медицинског сликања можданих структура и функција магнетном резонансом [7] и праћење покрета очију [8]. Коришћење оваквих приступа омогућава боље разумевање самих физиолошких механизма, квантификацију дислексичних тенденција и развој алата за објективну процену нивоа поремећаја и праћење ефеката третмана. С обзиром на то да је дислексија дефинисана као поремећај везан за читање, уобичајени приступ у биомедицинском истраживању овог феномена се фокусира на директну анализу самог визуелног процеса током читања, тј. на анализу покрета очију. Прва истраживања дислексичних тенденција на бази анализе покрета очију су спроведена још деведесетих година 20. века, а резултати су показали да постоје разлике између образаца очних покрета код деце са и без дислексије [9]. Развој модерних технологија је омогућио примену напредних алгоритама обраде сигнала у процесу квантификације образаца очних покрета, као и коришћење алгоритама машинског учења у развоју алата за аутоматско идентификовање дислексичних образаца. Очни покрети током читања се састоје из низа фиксација (задржавање погледа на тачкама унутар текста) и сакада (скоковитим покретима између тачака фиксација). Низ спроведених студија у домену класификације образаца очних покрета на дислексичне и неуротипичне се фокусирао на проналажење репрезентативних обележја за опис понашања фиксација и сакада током читања, уз примену различитих алгоритама машинског учења за класификацију [8], [10]–[14]. Услови истраживања у поменутих студијама су били врло разнолики, и у погледу матерњег језика на коме су испитаници читали (шпански, шведски, грчки, фински и француски), и у погледу експерименталних услова (протокола снимања, просторне и временске резолуције уређаја за снимање очних покрета). Рапортиране тачности класификације на бази обележја која описују понашање фиксација/сакада током читања су биле у опсегу 80,18% до 96%. Развој дубоких неуралних мрежа је иницирао и примену другачијег приступа [15] у коме се избегава сегментација очних покрета на фиксације и сакаде, већ се на минимално процесираних сигнале покрета очију примењују дубоке конволуционе мреже. Тачност класификације дислексичних образаца читања на шведском језику је достигла вредност од 96,6% применом оваквог приступа базираног на несегментираним очним покретима.

Циљ истраживања предложене докторске дисертације је развој интелигентних система за класификацију образаца очних покрета дислексичних и неуротипичних читача чији је матерњи језик српски. Истраживање ће обухватити оба наведена приступа анализе покрета очију, и приступ базиран на проналажењу репрезентативне дескрипције фиксација/сакада и приступ базиран на анализи несегментираних очних покрета. Осим националне важности овог истраживања, посебан значај овог истраживања у техничком смислу лежи у превазилажењу изазова који прате отежану детекцију дислексије у језицима плитке

ортографије где је српски језик репрезент „идеалне“ ортографије („1-1“ пресликавања слова и фонема).

Литература:

- [1] J. Roitsch and S. Watson, “An Overview of Dyslexia: Definition, Characteristics, Assessment, Identification, and Intervention,” *Sci. J. Educ.*, vol. 7, no. 4, p. 86, 2019, doi: 10.11648/J.SJEDU.20190704.11.
- [2] E. Singer, “Coping with academic failure, a study of Dutch children with dyslexia,” *Dyslexia*, vol. 14, no. 4, pp. 314–333, Nov. 2008, doi: <https://doi.org/10.1002/dys.352>.
- [3] E. Lithari, “Fractured academic identities: dyslexia, secondary education, self-esteem and school experiences,” *Int. J. Incl. Educ.*, vol. 23, no. 3, pp. 280–296, Mar. 2019, doi: 10.1080/13603116.2018.1433242.
- [4] O. L. Usman, R. C. Muniyandi, K. Omar, and M. Mohamad, “Advance Machine Learning Methods for Dyslexia Biomarker Detection: A Review of Implementation Details and Challenges,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 36879–36897, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3062709.
- [5] A. W. Alexander and A.-M. Slinger-Constant, “Current Status of Treatments for Dyslexia: Critical Review,” *J. Child Neurol.*, vol. 19, no. 10, pp. 744–758, Oct. 2004, doi: 10.1177/08830738040190100401.
- [6] M. Arns, S. Peters, R. Breteler, and L. Verhoeven, “Different brain activation patterns in dyslexic children: evidence from EEG power and coherence patterns for the double-deficit theory of dyslexia,” *J. Integr. Neurosci.*, vol. 06, no. 01, pp. 175–190, Mar. 2007, doi: 10.1142/S0219635207001404.
- [7] Y. García Chimenó, B. García Zapirain, I. Saralegui Prieto, and B. Fernandez-Ruanova, “Automatic classification of dyslexic children by applying machine learning to fMRI images,” *Biomed. Mater. Eng.*, vol. 24, no. 6, pp. 2995–3002, 2014, doi: 10.3233/BME-141120.
- [8] M. Nilsson Benfatto, G. Öqvist Seimyr, J. Ygge, T. Pansell, A. Rydberg, and C. Jacobson, “Screening for Dyslexia Using Eye Tracking during Reading,” *PLoS One*, vol. 11, no. 12, p. e0165508, Dec. 2016, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165508>
- [9] G. T. Pavlidis, “Eye Movements in Dyslexia: Their Diagnostic Significance,” *J. Learn. Disabil.*, vol. 18, no. 1, pp. 42–50, Jan. 1985, doi: 10.1177/002221948501800109.
- [10] J. P. Appadurai and R. Bhargavi, “Eye Movement Feature Set and Predictive Model for Dyslexia: Feature Set and Predictive Model for Dyslexia,” *Int. J. Cogn. Informatics Nat. Intell.*, vol. 15, no. 4, pp. 1–22, 2021.
- [11] P. Raatikainen, J. Hautala, O. Loberg, T. Kärkkäinen, P. Leppänen, and P. Nieminen, “Detection of developmental dyslexia with machine learning using eye movement data,” *Array*, vol. 12, p. 100087, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.array.2021.100087>.
- [12] T. Asvestopoulou, V. Manousaki, A. Psistakis, I. Smyrnakis, V. Andreadakis, I. M. Aslanides, and M. Papadopoulou, “Dyslexml: Screening tool for dyslexia using machine learning,” *arXiv Prepr. arXiv1903.06274*, 2019.
- [13] A. E. El Hmimdi, L. M. Ward, T. Palpanas, and Z. Kapoula, “Predicting Dyslexia and Reading Speed in Adolescents from Eye Movements in Reading and Non-Reading Tasks: A Machine Learning Approach,” *Brain Sci.*, vol. 11, no. 10, Oct. 2021, doi: 10.3390/brainsci11101337.
- [14] L. Rello and M. Ballesteros, “Detecting Readers with Dyslexia Using Machine Learning with Eye Tracking Measures,” 2015. doi: 10.1145/2745555.2746644.
- [15] B. Nerušil, J. Polec, J. Škunda, and J. Kačur, “Eye tracking based dyslexia detection using a holistic approach,” *Sci. Rep.*, vol. 11, no. 1, p. 15687, 2021, doi: 10.1038/s41598-021-95275-1.

3. Полазне хипотезе

Предложено истраживање полази од следећих хипотеза:

- Обрасци покрета очију током читања на српском језику се разликују у просторном и временском домену између дислексичне и неуротипичне деце тако да је могуће обезбедити аутоматску идентификацију дислексичних образаца.
- У реалном времену, помоћу интерпретабилних и робусних обележја је могуће идентификовати дислексичне обрасце несегментираних очних покрета током читања на српском језику.
- Могуће је развити алат за детекцију дислексичних тенденција на основу несегментираних сигнала очних покрета који се може применити у различитим експерименталним условима.

4. Научне методе истраживања

У предложеном истраживању биће анализирани покрети очију код дислексичне и неуротипичне деце. Сигнали који ће бити анализирани су доступни у прикупљеној бази података за српски језик која је описана у раду *T. Jakovljević, M. M. Janković, A. M. Savić, I. Soldatović, G. Čolić, T. J. Jakulin, G. Papa, and V. Ković, "The Relation between Physiological Parameters and Colour Modifications in Text Background and Overlay during Reading in Children with and without Dyslexia," Brain Sci., vol. 11, no. 5, 2021, doi: 10.3390/brainsci11050539.*

Анализа заснована на обележјима ће обухватити имплементацију конвенционалних обележја доступних у оквиру литературе, као и увођење нових обележја. На основу детаљне визуелне инспекције сирових података покрета очију, биће изведена нова обележја која карактеришу дислексичне обрасце читања и за сигнале очних покрета сегментираних на фиксације и сакаде и за несегментираних сигнале очних покрета. Нова обележја ће бити осмишљена узимајући у обзир различите експерименталне факторе, са циљем да њихова применљивост буде независна од различитих експерименталних фактора (попут фреквенције одабирања и количине текста која се чита).

Потом ће бити урађена компаративна анализа важности имплементираних обележја и њихове ефикасности у класификацији дислексичних образаца очних покрета у односу на недислексичне применом различитих алгоритама машинског учења.

Након анализе засноване на обележјима, биће имплементирани различите архитектуре конволуционих неуралних мрежа на несегментираним сигнаlima очних покрета, у циљу препознавања дислексичних образаца на доступном скупу података. Неуралне мреже и принцип *encoding*-а података ће бити развијени узимајући у обзир карактеристике које описују обележја уведена у претходним корацима, омогућавајући холистички приступ и потенцијалне примене на подацима прикупљеним у различитим експерименталним условима.

Целокупна анализа података и имплементација алгоритама машинског и дубоког учења ће бити урађени у програмском језику *Python*.

5. Очекивани научни допринос

У оквиру предложене докторске дисертације се очекују следећи доприноси:

- увођење нових просторних и временских обележја очних покрета ефикасних у детекцији дислексичних образаца током читања на српском језику помоћу алгоритама машинског учења;
- увођење робусних и интерпретабилних обележја очних покрета погодних за детекцију дислексичних тенденција у реалном времену током читања на српском језику помоћу алгоритама машинског учења

- анализа утицаја боје позадине текста за читање на сепарабилност дислексичних и недислексичних образаца очних покрета
- развој интелигентног система за детекцију дислексичних тенденција на основу несегментираних сигнала покрета очију при читању применом конволуционих неуралних мрежа
- развој интелигентног система за детекцију дислексичних тенденција заснованог на *encoding*-у сигнала покрета очију при читању, робусног у погледу експерименталних услова.

6. План истраживања и структура рада

Истраживање у оквиру докторске дисертације ће бити подељено у неколико фаза:

- 1. Преглед литературе** - Предложено истраживање у оквиру докторске дисертације ће започети анализом постојеће литературе у области аутоматске детекције дислексичних образаца очних покрета током читања. Анализа ће обухватати методе засноване на екстракцији обележја која карактеришу понашање фиксација и сакада током читања, као и методе засноване на класификацији несегментираних очних покрета.
- 2. Имплементација просторних и временских обележја** – Ова фаза истраживања ће обухватити:
 - а. имплементацију метода за екстракцију обележја доступних у литератури које ће бити примењене на сигнаlima очних покрета сегментираним на фиксације и сакаде.
 - б. развој и имплементацију нових просторних и временских обележја на сигнаlima очних покрета сегментираним на фиксације и сакаде и на несегментираним сигнаlima очних покрета.
 - в. имплементацију различитих алгоритама машинског учења и испитивање важности имплементираних обележја и њихових индивидуалних/комбинованих утицаја на тачност препознавања дислексичних образаца очних покрета.
 - г. статистичку анализу разлика у имплементираним обележјима између групе дислексичне и неуротипичне деце, као и утицај боје позадине текста за читање на сепарабилност између групе дислексичне и неуротипичне деце.
- 3. Развој интелигентних система за класификацију образаца читања применом дубоког учења** – Ова фаза истраживања ће обухватити:
 - а. имплементацију различитих архитектура конволуционих неуралних мрежа за детекцију дислексичних тенденција на основу несегментираних сигнала покрета очију.
 - б. имплементацију *encoding*-а несегментираних података очних покрета са циљем класификације образаца читања дислексичне и неуротипичне деце прикупљених у различитим експерименталним условима.
- 4. Дисеминација и верификација добијених резултата кроз научне публикације у међународним часописима и на међународним конференцијама.**
- 5. Дефинисање будућих праваца истраживања.**

7. Закључак и предлог

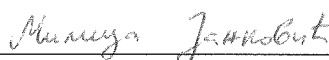
На основу достављене документације и увида у досадашњи рад кандидата Ивана Вајса, Комисија оцењује да кандидат поседује потребна знања, вештине и зрелост који су неопходни за самостални научноистраживачки рад као и за реализацију предложеног истраживања у целости, тј. да испуњава све формалне и суштинске услове да приступи изради докторске дисертације.

Имајући у виду оригиналност, актуелност и национални значај предложене теме под насловом „Интелигентни системи за детекцију дислексичних образаца очних покрета током читања на српском језику“, Комисија је сагласна да тема задовољава све услове подобности за докторску дисертацију. Комисија констатује да је предложена тема докторске дисертације у оквиру уже научне области Биомедицинска техника за коју је Електротехнички факултет Универзитета у Београду матичан, те за ментора израде докторске дисертације предлаже др Милицу Јанковић, ванредног професора Универзитета у Београду-Електротехничког факултета. Уз извештај се прилаже и списак радова др Милице Јанковић, ванредног професора, који је квалификује за ментора.

На основу претходно изложеног, Комисија сматра да су кандидат и предложена тема подобни, и има част и задовољство да предложи Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да кандидату Ивану Вајсу, мастер инжењеру електротехнике и рачунарства одобри израду докторске дисертације под насловом „Интелигентни системи за детекцију дислексичних образаца очних покрета током читања на српском језику“.

У Београду, 24.03.2023.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Милица Јанковић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



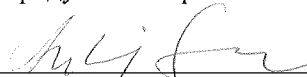
др Горан Квашчев, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



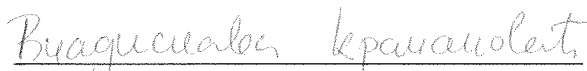
др Вања Ковић, редовни професор
Универзитет у Београду – Филозофски факултет



др Милош Цветановић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Андреј Савић, виши научни сарадник
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Владислава Крсмановић, научни сарадник
Иновациони центар Електротехничког факултета у Београду