

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Јелице Цинцовић, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, за израду докторске дисертације под насловом „Детектовање неуродегенеративних поремећаја коришћењем модификоване метахеуристике за оптимизовање параметара модела машинског учења“.

Одлуком 2300/24 од 10.12.2024. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Јелице Цинцовић, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **„Детектовање неуродегенеративних поремећаја коришћењем модификоване метахеуристике за оптимизовање параметара модела машинског учења“** (енг. *Neurodegenerative condition detection using modified metaheuristic for optimising parameters of machine learning models*).

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Цинцовић Јелица рођена је 04.12.1994. у Београду. Основну школу завршила је као ђак генерације и носилац дипломе „Вук Караџић“. Потом је завршила Трећу београдску гимназију, такође као носилац дипломе „Вук Караџић“.

Након завршене средње школе 2013. уписала је Електротехнички факултет Универзитета у Београду, студијски програм Софтверско инжењерство. Током студија завршила је две стручне праксе у компанијама Asecco SEE и Avisto Eastern Europe. Такође је била демонстратор на неколико предмета при Катедри за рачунарску технику и информатику. Дипломирала је 2017. године са просечном оценом 8,93. Дипломски рад „Развој 2D видео-игре комбиновањем трке на табли са квизом знања“ одбранила је са оценом 10.

Дипломске академске - мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, модул Софтверско инжењерство уписала је у октобру 2017. године. Мастер рад „Развој друштвене вишеплатформске 3Д видео-игре са интегрисаним квизом знања“ је одбранила 2019. године са оценом 10. Просечна оцена на мастер студијама је 10,00.

Докторске академске студије на Електротехничком факултету у Београду уписала је школске 2019/2020, на модулу Софтверско инжењерство, и положила је све испите са просечном оценом 10,00. Током мастер и докторских студија објавила је 11 научних радова на домаћим

и страним конференцијама као аутор или коаутор. Рецензирала је радове на конференцији ETRAN.

Од школске 2017/2018. године почела је са радом на Електротехничком факултету у Београду као сарадник у настави, а од школске 2019/2020. као асистент. Тренутно је ангажована као асистент на 6 предмета који се изводе на студијским програмима Софтверско инжењерство и Рачунарска техника и информатика:

- Интернет програмирање
- Програмирање интернет апликација
- Практикум из пословне комуникације и презентације
- Програмирање корисничких интерфејса
- Веб дизајн
- Проналажење скривеног знања.

Током периода у ком је запослена на Електротехничком факултету учествује на више научних и комерцијалних пројеката. Учесница је или је била учесница на неколико научних пројекта:

- „Software for Text Offenses Prevention in Serbian: AI-driven Hate Speech Detection (STOP)” који финансира Фонд за науку Републике Србије;
- „Advancing novel textual similarity-based solutions in software development (AVANTES)” који је финансирао Фонд за науку Републике Србије;
- „Belgrade Data Innovation Hub (BELDIH)“ - HORIZON 2020.

У периоду од претходних пет година учествовала је као предавач у оквиру УНДП програма за преквалификације у ИТ сектору, у организацији Електротехничког факултета у Београду. На комерцијалним пројектима је сарађивала са неколико домаћих и страних фирми и колегама са других катедри Електротехничког факултета.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Јелица Цинцовић је у свом истраживачком раду показала изузетно интересовање за област оптимизације хиперпараметара модела машинског учења, са посебним нагласком на анализу различитих метахеуристика у ове сврхе.

Уписала је докторске академске студије школске 2019/2020. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, на Модулу за Софтверско инжењерство. Све испите предвиђене овим студијским програмом положила је са просечном оценом 10,00 и остварила 120 ЕСПБ. Списак положених испита приказан је у табели која следи:

Назив предмета	Оцена	ЕСПБ	Датум полагања испита
(13Д111ИП) Интернет програмирање	10	9	14.07.2020.
(13Д111ВИЕ) Вештачка интелигенција и експертски системи	10	9	15.07.2020.
(13Д111ММС) Мултимедијални системи – одабрана поглавља	10	9	15.07.2020.
(13Д111СТ) Софтверска техника	10	9	17.09.2020.
(19Д111ПБП) Пројектовање база података	10	9	18.02.2021.

(19Д051НМ) Неуралне мреже	10	9	22.09.2021.
(19Д111СМ) Сензорске мреже	10	9	03.09.2021.
(19Д111ППЈ) Принципи програмских језика	10	9	24.09.2021.
(19Д091УНР) Увод у научни рад	10	6	24.09.2021.
(19Д111НАМ) Напредни алгоритми машинског учења	10	9	12.02.2021.

Кандидат је испунио све обавезе предвиђене наставним планом и програмом докторских студија: Студијски истраживачки рад I (15 ЕСПБ), Студијски истраживачки рад II (15 ЕСПБ) и Начно стручни рад (3 ЕСПБ).

Досадашњи резултати кандидата приказани су кроз више публикација на домаћим и међународним конференцијама. У наставку следи списак публикација на којима је Јелица Цинцовић аутор/коаутор:

Радови на међународним конференцијама (М30):

1. L. Hrvacević, J. Cincović, A. Milaković, V. Jocović, V. Matvejev, D. Drašković, **Development of a web system with an automated question generator based on large language models**, 2024 11th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETRAN 2024 (IcETRAN), pp. 1 - 6, ETRAN Society, Niš, Serbia, Jun, 2024. [M33]
ISBN: 979-8-3503-8700-1
2. A. Milaković, V. Jocović, J. Cincović, M. Mićović, U. Radenković, D. Drašković, **Detecting ugly and derogatory words in Serbian language using a web browser extension**, 32nd Telecommunication Forum - TELFOR 2024, pp. 1 - 4, Telecommunications Society, University of Belgrade - School of Electrical Engineering, IEEE Region 8, IEEE Serbia & Montenegro Section, IEEE Serbia & Montenegro ComSoc Chapter, IEEE Serbia & Montenegro CIS Chapter, Belgrade, Serbia, Nov, 2024 [M33]
3. T. Miljković, M. Bjelić, D. Šumarac Pavlović, J. Cincović, D. Drašković, **Open data portal for audio files based on microservice architecture**, Proceedings of the 12th International Conference on Information Society and Technology, pp. 145 - 148, Information Society of Serbia - ISOS, Kopaonik, Serbia, Mar, 2022. [M33]
ISBN: 978-86-85525-24-7
4. J. Cincović, D. Drašković, **Reinforcement learning usage in the development of recommender systems**, Proceedings of the 11th International Conference on Information Society and Technology (ICIST), pp. 202 - 205, Information Society of Serbia - ISOS, Kopaonik, Serbia, Mar, 2021. [M33]
ISBN: 2738-1447
5. J. Cincović, M. Punt, **Comparison: Angular vs. React vs. Vue. Which framework is the best choice?**, Proceedings of the 10th International Conference on Information Society and Technology (ICIST), pp. 250 - 255, Kopaonik, Serbia, Mar, 2020. [M33]
6. J. Cincović, S. Delčev, D. Drašković, **Architecture of web applications based on Angular Framework: A Case Study**, Proceedings of the 9th International Conference on Information Society and Technology (ICIST), Kopaonik, Serbia, Mar, 2019. [M33]
ISBN: 978-86-85525-24-7

Радови на домаћим конференцијама (М60):

1. Д. Драшковић, В. Јоковић, А. Милаковић, М. Мићовић, У. Раденковић, Ј. Цинцовић, **Откривање говора мржње вођено вештачком интелигенцијом**, Зборник радова 30.

ИКТ конференције "YU INFO 2024", pp. 182 - 186, Информационо друштво Србије, Копаоник, Србија, Mar, 2024. [M63]

ISBN: 978-86-85525-31-5

2. Д. Драшковић, М. Митрић, Ј. Цинцовић, Б. Николић, **Софтверски алат за анализу сентимента коментара**, Зборник 29. конференције YU INFO, pp. 106 - 110, Информационо друштво Србије, Копаоник, Србија, Mar, 2023. [M63]
ISBN: 978-86-85525-29-2
3. Д. Драшковић, Ј. Цинцовић, Д. Мијаиловић, М. Вукасовић, В. Јоцовић, А. Милаковић, **Предвиђање успеха студената студијског програма Софтверско инжењерство техникама машинског учења**, Зборник радова конференције "ЈУ ИНФО 2020", pp. 219 - 224, Информационо друштво Србије, Копаоник, Србија, Mar, 2020. [M63]
ISBN: 978-86-85525-23-0
4. Ј. Цинцовић, И. Тартаља, **Искуства развоја програмског система образовне вишеплатформске видео-игре**, 27. телекомуникациони форум ТЕЛФОР 2019, Nov, 2019. [M63]
5. С. Делчев, Ј. Цинцовић, Ј. Станчић, Д. Драшковић, Ј. Протић, **Примена алгоритама машинског учења у анализи успеха студирања код студената Софтверског инжењерства**, Зборник радова конференције "ЈУ ИНФО 2019", Информационо друштво Србије, Копаоник, Србија, Mar, 2019. [M63]
ISBN: 978-86-85525-23-0

Дана 25.12.2024. године, кандидат Јелица Цинцовић је на Електротехничком факултету Универзитета у Београду усмено полагала испит о подобности предложене теме докторске дисертације и кандидата (докторски испит), пред комисијом у саставу:

- проф. др Бошко Николић, доктор електротехничких наука, редовни професор, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду
- проф. др Предраг Тадић, доктор електротехничких наука, ванредни професор, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду
- др Милица Ђурић-Јовичић, доктор електротехничких наука, виши научни сарадник, Иновациони центар Електротехничког факултета у Београду

На јавној усменој одбрани предложене теме Комисија је кандидата оценила оценом **задовољно**.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Разматрајући претходно приказане резултате досадашњег рада кандидата Јелице Цинцовић и, узимајући у обзир све положене испите и стручне обавезе током докторских студија, успешну одбрану теме докторске дисертације, као и до сада објављене научне радове на научно-стручним скуповима, Комисија је утврдила да је кандидат показао да је стекао неопходно искуство за самосталан научно-истраживачки рад. Комисија је мишљења да је кандидат способан да током израде докторске дисертације оствари резултате и доприносе који могу бити приказани и верификовани од стране међународне научне заједнице. Комисија сматра да кандидат Јелица Цинцовић испуњава све неопходне и формалне услове да приступи изради докторске дисертације на предложеној теми.

2. Предмет и циљ истраживања

Мозак је најсложенији људски орган и састоји се од два типа ћелија, нервних и глијалних. Нервне ћелије (неурони) поред тела неурона имају и наставке, дендрите и аксоне који су међусобно повезани синапсама. Неуротрансмитери су синаптички трансмитери који

регулишу преношење сигнала између ћелија и синтетишу се директно у нервним завршецима. Један од неуротрансмitera који је задужен за област задовољства и награде, као и за остале функције у нашем телу попут кретања и спавања, је допамин. Допамин у телу се лучи из више система, али најзначајнија је црна супстанца која је лоцирана у средњем мозгу. Одумирањем ћелија у црној супстанци може доћи до разних обољења, а једно од њих је Паркинсонова болест [1]. Главни симптоми болести су тремор, успореност, ригидност мишића и нестабилност у кораку. Уз ове симптоме могу се јавити и деменција, атаксија и чести падови, који могу да укажу на постојање атипичних Паркинсонових поремећаја попут мултипле системске атрофије, прогресивне супрануклеарне парализе или кортикобазалне дегенерације [2].

Конкретан лек за Паркинсонову болест и друга неуродегенеративна обољења још увек не постоји, већ се користе лекови који раде на ублажавању симптома подизањем нивоа допамина. Међутим поред допамина и други неуротрансмитери могу да утичу на настанак Паркинсонове болести попут глутамата и серотонина. Осим неуротрансмitera уочено је да и генетика може да има утицаја на настанак болести, као и окружујући фактори попут повреда главе. Све ово доприноси сложености болести и отежава проналажење правог лека.

Тренутно постоји неколико техника за детектовање Паркинсонове болести, међутим коначан тест који са сигурношћу потврђује присуство болести још увек није креиран. Као корак ка помоћи лекару који сумња на постојање ових болести могу се вршити магнетне резонанце мозга, енцефалографија, као и анализа хода и покрета. Веома је важно да се установи који тачно поремећај је у питању, и да се што раније почне са терапијом како симптоми болести не би унапредовали.

Предмет истраживања ове докторске дисертације је на који начин савремени модели машинског учења могу да унапреде и олакшају детектовање Паркинсонове болести и других неуродегенеративних обољења. [3-4] Машинско учење омогућава да се уоче зависности у подацима које би стандардним анализама промакле, па је самим тим ова област нашла примену у побољшању резултата истраживања у медицинске сврхе. [5-11] Такође је од великог значаја анализирати који све скупови података могу да се проследе моделима и са којом успешношћу се болести детектују, као и да ли је већ постојеће моделе могуће додатно унапредити.

Модели машинског учења имају доста хиперпараметара и њихова оптимизација сматра се НП-тешким проблемом. Решавање овог проблема може се постићи коришћењем метахеуристика. Метахеуристике су процедуре високог реда које долазе до најоптималнијег решења на најједноставнији начин. [12-17] Налазе инспирацију у природи, физици, математици.

Циљ овог истраживања јесте реализација модела машинског учења за детектовање Паркинсонове болести и других неуродегенеративних обољења, чији су хиперпараметри оптимизовани коришћењем алгорита метахеуристике. Улазни подаци у моделе ће бити подаци прикупљени са сензора прикачених на шаку пацијента који ће извршавати тестове тапкања прстију шаке. Један модел ће на основу временских серија предвиђати присуство Паркинсонове болести, а други модел ће уз статистичку обраду података предвиђати конкретно неуродегенеративно обољење. За постављање хиперпараметара модела поредиће се више постојећих метахеуристика, уз још једну нову, модификовану верзију метахеуристике. Резултати метахеуристике поређени су по више метрика, а ова анализа ће бити детаљно представљена. [18-22]

Значај овог истраживања огледа се у томе да се унапреде методе детектовања Паркинсонове болести и да се креирани модели, који са високом прецизношћу могу да одреде постојање неуродегенеративног поремећаја, користе зарад једноставнијег и ефикаснијег откривања болести. Рано детектовање болести је од највећег значаја за што боље резултате лечења пацијената. Новопредстављена метахеуристика се осим у овој области, може користити и за

побољшање хиперпараметара модела у другим сферама науке које увиђају значај примене машинског учења и циљу побољшања перформанси.

Најрелевантнијих референце из отворене литературе у вези са тезом су:

- [1] L. V. Kalia and A. E. Lang, "Parkinson's disease," *Lancet*, vol. 386, no. 9996, pp. 896–912, Aug. 2015.
- [2] N. R. McFarland, "Diagnostic approach to atypical parkinsonian syndromes," *CONTINUUM, Lifelong Learn. Neurol.*, vol. 22, no. 4, pp. 1117–1142, 2016.
- [3] M. I. Jordan and T. M. Mitchell, "Machine learning: Trends, perspectives, and prospects," *Science*, vol. 349, no. 6245, pp. 255–260, Jul. 2015.
- [4] P. C. Sen, M. Hajra, and M. Ghosh, "Supervised classification algorithms in machine learning: A survey and review," in *Emerging Technology in Modelling and Graphics*. Singapore: Springer, 2018, pp. 99–111.
- [5] E. Abdulhay, N. Arunkumar, K. Narasimhan, E. Vellaiappan, and V. Venkatraman, "Gait and tremor investigation using machine learning techniques for the diagnosis of Parkinson disease," *Future Gener. Comput. Syst.*, vol. 83, pp. 366–373, Jun. 2018.
- [6] M. Đurić-Jovičić, N. Jovičić, S. Radovanović, N. Kresojević, V. Kostić and M. Popović, „Quantitative and qualitative gait assessments in Parkinson's disease patients“, *Vojnosanitetski preglod* 2014 Volume 71, Issue 9, Pages: 809-816
- [7] M. Belić, Z. Radivojević, V. Bobić, V. Kostić, M. Đurić-Jovičić, "Quick computer aided differential diagnostics based on repetitive finger tapping in Parkinson's disease and atypical parkinsonisms", *Heliyon*, Volume 9, Issue 4, e14824, 2023
- [8] G. Abdurrahman and M. Sintawati, "Implementation of Xgboost for classification of Parkinson's disease," *J. Phys., Conf. Ser.*, vol. 1538, no. 1, May 2020, Art. no. 012024.
- [9] M. M. Nishat, T. Hasan, S. M. Nasrullah, F. Faisal, M. A. Asif, and M. A. Hoque, "Detection of Parkinson's disease by employing boosting algorithms," in *Proc. Joint 10th Int. Conf. Informat., Electron. Vis. (ICIEV) 5th Int. Conf. Imag., Vis. Pattern Recognit. (icIVPR)*, Aug. 2021, pp. 1–7.
- [10] O. M. Alyasiri, Y.-N. Cheah, A. K. Abasi, and O. M. Al-Janabi, "Wrapper and hybrid feature selection methods using metaheuristic algorithms for English text classification: A systematic review," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 39833–39852, 2022.
- [11] A. Ul Haq, J. Li, M. H. Memon, Z. Ali, S. Z. Abbas, and S. Nazir, "Recognition of the Parkinson's disease using a hybrid feature selection approach," *J. Intell. Fuzzy Syst.*, vol. 39, no. 1, pp. 1319–1339, 2020.
- [12] N. Bacanin, T. Bezdan, E. Tuba, I. Strumberger, and M. Tuba, "Optimizing convolutional neural network hyperparameters by enhanced swarm intelligence metaheuristics," *Algorithms*, vol. 13, no. 3, p. 67, Mar. 2020.
- [13] S. S. V. Chandra and A. H. S. Anand, "Nature inspired meta heuristic algorithms for optimization problems," *Computing*, vol. 104, no. 2, pp. 251–269, Feb. 2022.
- [14] J. Kennedy and R. Eberhart, "Particle swarm optimization," in *Proc. IEEE ICNN*, vol. 4, Nov./Dec. 1995, pp. 1942–1948.
- [15] J. Bai, Y. Li, M. Zheng, S. Khatir, B. Benaissa, L. Abualigah, and M. A. Wahab, "A Sinh Cosh optimizer," *Knowl.-Based Syst.*, vol. 282, Dec. 2023, Art. no. 111081.
- [16] D. Karaboga and B. Basturk, "On the performance of artificial bee colony (ABC) algorithm," *Appl. Soft Comput.*, vol. 8, no. 1, pp. 687–697, Jan. 2008.

- [17] N. Bacanin, N. Budimirovic, K. Venkatachalam, H. S. Jassim, M. Zivkovic, S. S. Askar, and M. Abouhawwash, "Quasi-reflection learning arithmetic optimization algorithm firefly search for feature selection," *Heliyon*, vol. 9, no. 4, Apr. 2023, Art. no. e15378.
- [18] A. W. Mohamed, K. M. Sallam, P. Agrawal, A. A. Hadi, and A. K. Mohamed, "Evaluating the performance of meta-heuristic algorithms on CEC 2021 benchmark problems," *Neural Comput. Appl.*, vol. 35, no. 2, pp. 1493–1517, Jan. 2023.
- [19] T. Eftimov, P. Korošec, and B. K. Seljak, "A novel approach to statistical comparison of meta-heuristic stochastic optimization algorithms using deep statistics," *Inf. Sci.*, vol. 417, pp. 186–215, Nov. 2017.
- [20] A. LaTorre, D. Molina, E. Osaba, J. Poyatos, J. Del Ser, and F. Herrera, "A prescription of methodological guidelines for comparing bio-inspired optimization algorithms," *Swarm Evol. Comput.*, vol. 67, Dec. 2021, Art. no. 100973.
- [21] S. S. Shapiro and R. S. Francia, "An approximate analysis of variance test for normality," *J. Amer. Stat. Assoc.*, vol. 67, no. 337, p. 215, Mar. 1972.
- [22] S. M. Taheri and G. Hesamian, "A generalization of the Wilcoxon signed rank test and its applications," *Stat. Papers*, vol. 54, no. 2, pp. 457–470, May 2013.

3. Полазне хипотезе

Предложено истраживање полази од следећих хипотеза:

- Машинско учење се користи у циљу побољшања резултата анализе података у случајевима када су подаци комплексни и зависности међу подацима могу промаћи људском оку
- Детектовање Паркинсонове болести и других неуродегенеративних обољења може бити унапређено применом модела машинског учења
- Перформансе модела машинског учења могу бити побољшане оптимизовањем хиперпараметара модела, коришћењем алгорита метахеуристике
- Метахеуристике се могу имплементационо прилагодити тако да решавају проблем оптимизације хиперпараметара модела машинског учења који детектују неуродегенеративна обољења
- Постојећи алгоритми метахеуристике могу бити модификовани у циљу бољег прилагођавања решавању конкретног проблема, и тако модификовани алгоритми могу се користити и у другим сферама науке у којима је потребно решавати проблем оптимизације хиперпараметара

4. Научне методе истраживања

На самом почетку ће се извршити детаљно истраживање о скуповима података који су до сада коришћени у домену предвиђања Паркинсонове болести и других неуродегенеративних обољења, као и о моделима машинског учења који користе те скупове података. Модели ће бити поређени метрикама попут: прецизности, тачности, опозива, Ф-мере, и карактеристикама ROC AUC криве.

Након тога, потребно је истражити и алгоритме метахеуристике који се користе у циљу оптимизовања хиперпараметара модела, и имплементирати те алгоритме за проналажење најбољих хиперпараметара за изабране моделе, од којих један модел на основу бинарне класификације одређује да ли корисник има Паркинсову болест, а други на основу вишекласне класификације предвиђа постојање и других неуродегенеративних обољења попут мултипле системске атрофије, прогресивне супрануклеарне парализе или

кортикобазалне дегенерације. Уз већ постојеће алгоритме метахеуристика биће истражена потреба за креирање новог, модификованог алгоритма метахеуристике који би додатно унапредио резултате и показао супериорност у односу на друге алгоритме.

Имплементиране метахеуристике ће бити детаљно поређене по функцији процењивања, по индикатор функцији и по метрикама за евалуацију модела. Наравно, неопходно је спровести и статистичке тестове који могу бити параметријски и непараметријски у зависности за које се остваре услови да се изврше. Услов за извршавање параметријских тестова је да постоји критеријум независности и да постоји нормална дистрибуција података. Уколико неки од услова није испуњен, врше се непараметријски тестови, попут Вилконсоновог теста, који могу потврдити да ли је неки резултат довољно бољи од осталих или у супротном може бити занемарен.

5. Очекивани научни допринос

Очекује се да доприноси овог рада буду остварени у следећим правцима:

- Преглед и исцрпна анализа постојећих скупова података и модела машинског учења који се баве предвиђањем постојања Паркинсонове болести и других неуродегенеративних обољења
- Креирање модела машинског учења који врше детекцију неуродегенеративних обољења на основу временских серија података прикупљених извршавањем тестова тапкања шаке. Један модел за бинарну класификацију који на основу временских серија детектује присуство Паркинсонове болести и други модел за вишекласну класификацију који на основу временских серија уз додатне статистичке обраде детектује не само присуство Паркинсонове болести, већ и других неуродегенеративних обољења попут мултипле системске атрофије, прогресивне супрануклеарне парализе или кортикобазалне дегенерације
- Подешавање хиперпараметара креираних модела машинског учења различитим алгоритмима метахеуристика
- Креирање нове, модификоване верзије алгоритма метахеуристике која ће се користити за оптимизацију хиперпараметара и унапређење целокупних перформанси модела за детектовање неуродегенеративних обољења
- Евалуација креираних модела чији су хиперпараметри оптимизовани метахеуристикама уз детаљно поређење свих имплементираних алгоритама по индикатор функцији и функцији прилагођавања, као и по додатним метрикама и статистичким тестовима.

6. План истраживања и структура рада

Истраживање ће се састојати од следећих корака:

- Најпре ће се анализирати Паркинсонова болест и друга неуродегенеративна обољења, у погледу који су симптоми болести, на који начин се детектују и лече, и на који начин је могуће унапредити откривање болести
- Следећи корак ће бити испитивање тренутних скупова података и модела машинског учења који врше анализе у овој области. Анализираће се које све врсте податка могу да се дају моделима, са којим подацима има највише успеха, а са којим подацима још увек има простора за унапређења
- Након детаљне анализе већ коришћених скупова података и модела машинског учења, истражиће се које све технике могу да се користе како би се модели машинског учења побољшали и дали прецизније резултате

- Алгоритми метахеуристика као могућа унапређења модела у погледу оптимизовања хиперпараметара, ће бити подробно истражени. Описи рада анализираних метахеуристика биће јасно наведени.
- Следећи корак у истраживању биће имплементирање ревидираних метахеуристика, као и имплементирање модификоване метахеуристике у циљу побољшања добијених резултата
- На крају истраживања ће бити извршена евалуација креираних модела са свим комбинацијама имплементираних метахеуристика, како би се исцрпном анализом и поређењем по метрикама и уз статистичке тестове дошло до ваљаних закључака, и утврђивања у којој мери креирани модели уз модификовану метахеуристику имају боље перформансе од већ постојећих решења.

7. Закључак и предлог

На основу приложене документације и стеченог целокупног утиска о теми докторске дисертације и досадашњег научног рада кандидата Јелице Цинцовић, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, Комисија је дошла до следећих закључака:

1. Кандидат испуњава све формалне и суштинске потребне услове прописане Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Београду и Статутом Електротехничког факултета Универзитета у Београду, за израду докторске дисертације.
2. Предложена тема „Детектовање неуродегенеративних поремећаја коришћењем модификоване метахеуристике за оптимизовање параметара модела машинског учења“ јесте научно заснована, а резултати који ће проистећи изградом ове докторске дисертације представљаће значајан и оригиналан допринос међународној научној заједници. Тема припада ужој научној области Софтверско инжењерство.

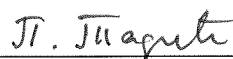
На основу свега претходно изложеног, Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да кандидату Јелици Цинцовић одобри израду докторске тезе под насловом „Детектовање неуродегенеративних поремећаја коришћењем модификоване метахеуристике за оптимизовање параметара модела машинског учења“ (енг. *Neurodegenerative condition detection using modified metaheuristic for optimising parameters of machine learning models*), а под менторством др Милоша Цветановића, ванредног професора Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

У Београду 25.12.2024. године.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Бошко Николић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Предраг Тадић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Милица Ђурић-Јовичић, виши научни сарадник
Универзитет у Београду – Иновациони центар
Електротехничког факултета у Београду

