

ОБРАЗАЦ 3

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА
УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

бр. 01-1/4510

03.12.2025 год

КРАГУЈЕВАЦ

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА У КРАГУЈЕВЦУ

и

ВЕЋУ ЗА ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ НАУКЕ
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

На седници Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу одржаној 19.11.2025. године (број одлуке: IV-04-685/11) одређени смо за чланове Комисије за писање Извештаја о оцени научне заснованости теме докторске дисертације под насловом: „Напредни модели дубоког учења за анализу нових биомаркера и предвиђање кардиоваскуларних обољења”, и испуњености услова кандидата Лазара Дашића, мастер инжењера електротехнике и рачунарства и предложеног ментора др Тијане Героски, доцента за израду докторске дисертације.

На основу података којима располажемо достављамо следећи:

ИЗВЕШТАЈ
О ОЦЕНИ НАУЧНЕ ЗАСНОВАНОСТИ ТЕМЕ И ИСПУЊЕНОСТИ УСЛОВА
КАНДИДАТА И ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕНТОРА
ЗА ИЗРАДУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

1. Подаци о теми докторске дисертације
1.1. Наслов докторске дисертације:
Напредни модели дубоког учења за анализу нових биомаркера и предвиђање кардиоваскуларних обољења
1.2. Научна област докторске дисертације:
Електротехничко и рачунарско инжењерство
1.3. Образложење теме докторске дисертације (до 15000 карактера):
1.3.1. Дефинисање и опис предмета истраживања
Сваког дана се изврше милиони прегледа широм света, резултирајући огромном количином генерисаних података различитог типа (медицинске слике, нумеричке вредности лабораторијских биомаркера, различите врсте континуалних и дискретних сигнала, итд.). Управо ово задовољава основну парадигму метода машинског и дубоког учења да квалитет предвиђања зависи од количине и квалитета улазних података на којима је модел обучаван. Са друге стране, могућност модела машинског и дубоког учења да анализирају велике количине података и пронађу шаблоне и скривено знање који нису видљиви људским оком,

чине ове моделе оптималним и пожељним решењем за многобројне сложене проблеме у области биомедицинског инжењерства.

Рана детекција кардиоваскуларних обољења представља један од најважнијих изазова у домену биомедицинског инжењерства. Срчана инсуфицијенција или срчана слабост (енгл. *Heart failure*) посебно је критичан проблем, јер се често дијагностикује у узнатредовалој фази због неспецифичних симптома и присуства других болести, односно коморбидитета. Стандардна клиничка пракса укључује мерење електрокардиограма (ЕКГ) и лабораторијске анализе крви, што често није довољно у раним стадијумима болести. У тим случајевима, пацијент се мора упутити на ехокардиографски преглед. Овај поступак је дуготрајан и наглашена је потреба за новим, ефикаснијим алгоритмима за обраду података и дијагностиковање. Смањење времена потребног за дијагнозу могуће је постићи применом напредних техника машинског и дубоког учења и обраде биомедицинских сигнала.

Кандидат планира да у оквиру предложене докторске дисертације ради на развоју, имплементацији и верификацији нових модела дубоког учења који ће поједноставити и убрзати поступке дијагностиковања и даљег лечења срчане инсуфицијенције. Овакав систем треба да садржи три главна модула: модул за рану идентификацију високоризичних пацијената, модул за предвиђање прогресије болести и модул за диференцијацију између различитих облика срчане инсуфицијенције. Предложени систем треба да буде користан докторима опште праксе и докторима специјалистима, те ће модели машинског учења који сачињавају модуле бити обучавани на мултимодалним подацима доступним у датим клиничким праксама.

Како би се смањила потреба за специјалистичким прегледима, посебан фокус ће бити на откривању и развоју нових биомаркера, прикупљених са различитих сензора доступних општој популацији, који би омогућили пацијентима да прате своје здравствено стање без потребе за честим одласцима лекару. Наиме, тзв. паметни телефони долазе са великим бројем сензора који се могу искористити и у медицинске сврхе, те је могуће употребити аудио и видео садржај за добијање информација које могу да указују на срчану слабост. За обраду аудио снимака и издвајање карактеристика гласа пацијента, кандидат планира коришћење разноврсних конвенционалних техника обраде сигнала. Оне ће обухватити методе у временском домену, као што је, на пример, *YIN* алгоритам за процену основне фреквенције, као и технике у спектралном домену. Поред ових класичних приступа, биће коришћене и савремене методе засноване на вештачким неуронским мрежама, попут конволуционе (енгл. *Convolutional Neural Network - CNN*) и рекурентне неуронске мреже. Са друге стране, анализом снимка лица пацијента могуће је издвојити биомаркере попут *rPPG* (енгл. *Remote photoplethysmography*) сигнала који указује на бројеве откуцаја срца и респираторне фреквенције. Ова процедура је јако сложена, те захтева примену напредних алгоритама дубоког учења попут хибридних модела који комбинују трансформере и *CNN* моделе. Трансформери се користе за анализу временске димензије видео записа, док се конволуционе неуронске мреже користе за анализу просторне димензије.

Услед велике количине различитих типова података и више главних циљева докторске дисертације, биће потребно да кандидат тестира различите алгоритме класичног машинског учења (на пример, стабло одлучивања и случајне шуме) и напредне методе дубоког учења засноване на неуронским мрежама. Посебан фокус ће бити на потенцијалној примени напредних модела дубоког учења са мултимодалном фузијом који тренутно представљају једну од најистраживанијих тема у области вештачке интелигенције. Овај савремени приступ уместо да комбинује излазе различитих модела, имплементира неуронску мрежу која за сваки тип података има посебну грану.

Како ће развијани систем бити намењен за примену у медицинској пракси, где је поверење пацијената и лекара од велике важности, посебна пажња ће бити посвећена омогућавању што транспарентнијег и објашњивог модела, чиме би се пружио увид у то како је систем дошао до одређене одлуке у процесу предикције. Систем ће такође бити евалуиран на независним подацима како би се осигурала могућност уопштавања. Приликом тестирања учешће стручњака у анализи тачности предвиђања ће омогућити робусну процену реализованих модела за примену у клиничкој пракси.

1.3.2. Полазне хипотезе

У складу са дефинисаним циљем истраживања и релевантним радовима кандидата и других аутора, дефинисане су основне хипотезе које укључују неколико претпоставки:

1. Напредни модели машинског и дубоког учења успешно дијагностикују срчану инсуфицијенцију са релативно високом прецизношћу, осетљивошћу и F_1 оценом, који омогућава практичну примену.
2. Комбинацијом метода за обраду сигнала и модела дубоког учења, могуће је из аудио и визуелног садржаја, односно бесконтактних мерења, издвојити релевантне биомаркере који могу бити поуздани индикатори срчане инсуфицијенције и као такви могу да се користе за даљи развој и обучавање модела машинског и дубоког учења.
3. Поред дијагностиковања срчане инсуфицијенције, машинско учење може знатно допринети предвиђању даљег развоја болести током времена.
4. Напредни модели машинског и дубоког учења могу да предвиђају разлике између типова срчане инсуфицијенције са различитом ејекцијом фракцијом.

1.3.3. План рада

Кандидат је план рада на предложеној теми докторске дисертације дефинисао на следећи начин:

1. Преглед литературе – Истраживање и анализа релевантне литературе везане за примену метода машинског учења у биомедицинском инжењерству, са фокусом на примену модела машинског учења у дијагностиковању и лечењу кардиоваскуларних обољења.
2. Припрема теоријских основа – Проучавање теоријских основа различитих модела машинског учења. Детаљно проучавање анализе аудио и видео сигнала, као и физиолошке манифестације срчане инсуфицијенције, које се могу применити у дефиницији одговарајућих биомаркера.
3. Претпроцесирање и обрада сигнала – Претпроцесирање мултимодалних традиционалних медицинских биомаркера. Анализа аудио и визуелних сигнала коришћењем напредних техника за издвајање карактеристика од интереса, односно релевантних биомаркера.
4. Развој модела машинског учења – Развој модела за дијагностиковање срчане инсуфицијенције на основу традиционалних биомаркера, добијених из информација о пацијенту и лекарских прегледа. Развој модела за дијагностиковање коришћењем биомаркера добијених из аудио и видео сигнала. Развој модела за диференцијацију између различитих типова срчане инсуфицијенције са очуваном/смањеном ејекцијом фракцијом. Развој модела за предвиђање даљег развоја болести. Да би се дефинисало одговарајуће решење за сваки од ових проблема, биће тестиран широк спектар алгоритама, почевши од класичних метода попут случајних шума, преко специјализованих модела за рад са сигнаlima и сликама (конволуционих неуронских

мрежа и трансформера), све до сложених модела дубоког учења са мултимодалном фузијом који би требало да обједини доступне податке.

5. Анализа резултата – Валидација резултата предвиђања модела и способности уопштавања модела у релевантном окружењу, на реалном скупу података. Поређење постигнутих резултата са резултатима из литературе. Ова фаза ће укључити и примену метода објашњиве вештачке интелигенције како би се осигурала транспарентност и објашњивост предвиђања.
6. Објављивање резултата истраживања – Остварени резултати истраживања током израде докторске дисертације ће бити објављени у једном или више часописа категорија M21 и M22, категорисаних у научној области Електротехничког и рачунарског инжењерства (КоБСОН категорије *Engineering, Electrical & Electronic*, и све *Computer Science* категорије).

1.3.4. Методе истраживања

У сврху научно-истраживачког рада, кандидат планира да примени савремене научно-истраживачке методе. Првенствено ће бити коришћене методе дигиталне обраде сигнала, као и методе машинског учења за обучавање алгоритама дубоког учења и развијање модела за класификацију мултимодалних типова података.

За анализу и обраду аудио сигнала и издвајање биомаркера од интереса, планирано је да кандидат користи програмски језик Пајтон (слободан софтвер) са библиотекама попут *Essentia*, *Librosa*, *Parselmouth*, *Opensmile* и *SciPy*, док ће се за обраду визуелних сигнала користити библиотеке попут *OpenCV* и *Sci-kit Image*. За развој различитих модела машинског и дубоког учења кандидат планира да користи библиотеке попут *TensorFlow* и/или *PyTorch*.

Обрадом сигнала неке од кључних особина које ће кандидат издвојити су: мел фреквенцијски кепстрални коефицијенти (енгл. *Mel-frequency cepstral coefficients - MFCCs*), просечне вредности прве и друге формантне учестаности, као и прозодијске особине (дугорочне варијације у ритму говора и интонацији). Ови издвојени биомаркери ће потом бити коришћени за обучавање различитих модела машинског учења.

Како би се проценили *rPPG* сигнали из снимака лица детектовањем дискретних промена у боји коже, које су узроковане струјањем крви, кандидат ће тестирати конволуционе неуронске мреже и моделе засноване на трансформерима. Ове технике су постигле запажене резултате приликом рада са просторним подацима (енгл. *spatial data*) са дугорочном временском зависношћу (енгл. *long-range temporal dependencies*). Коришћење конволуционих слојева *CNN* мреже пружа могућност фокусирања на битне детаље на лицу пацијента, док оне истовремено филтрирају шум и покрете главе. Са друге стране, трансформери користе механизам пажње (енгл. *self-attention*) и кодирање позиције да узме сваки кадар у секвенци у обзир и тиме одреди ритам и периодичност pulsa. Најсавременији модели, попут *PhysFormer* и *RhythmFormer* модела, представљају хибридне архитектуре које комбинују *CNN* и трансформере. Овакви модели представљају доминантан приступ, остварујући запажене резултате у тачности издвојених *rPPG* сигнала.

Успех сваког модела машинског учења у великој мери зависи од квалитета података на којима је обучаван, те је подробна анализа и претпроцесирање података од велике важности. Поступак претпроцесирања ће се разликовати у зависности од типа података, а у општем случају састоји се из дескриптивне статистике података, елиминације шума, манипулацију недостајућим вредностима и издвајање нових биомаркера. Услед чињенице

да подаци долазе из више различитих извора, биће неопходно да кандидат примени скалирање, односно нормализацију података и њихово спајање у заједничку базу. Услед велике количине традиционалних биомаркера, коришћењем метода попут анализе главних компоненти (енгл. *Principal component analysis*) и *t-SNE* (енгл. *T-distributed Stochastic Neighbor Embedding*), биће неопходно смањити димензионалност података и изабрати биомаркере релевантне за проблем. Визуелни подаци, захтевају другачије претпроцесирање које укључује стандардизацију величине слика и нормализацију вредности пиксела. Са овако процесираних слика биће могуће издвојити битне карактеристике везане за срчану слабост, а у ту сврху ће кандидат користити модерне методе дубоког учења попут конволуционих неуронских мрежа, трансформера и хибридних модела.

Етички аспекти: сви учесници истраживања биће детаљно информисани о сврси и циљевима истраживања, као и о начину на који ће њихови подаци бити коришћени, у складу са Хелсиншком декларацијом. Обезбеђена ће бити потпуна анонимност приликом прикупљања и обраде података, како би се заштитила приватност учесника. Партнерске медицинске институције ће обезбедити одговарајуће Етичке дозволе за рад са пацијентима.

1.3.5. Циљ истраживања

Основни циљ овог истраживања је развој напредних модела машинског учења у циљу дијагностиковања, праћења и лечења срчане инсуфицијенције. На основу доступности различитих типова података, одвојени модели тренирани на подацима који су доступни лекарима опште праксе и лекарима специјалистима ће бити развијени, при чему је жељени исход да оба модела раде са приближним нивоом тачности. На овај начин би се смањила потреба за ехокардиографијом и специјалистичким прегледима. Поред коришћења традиционалних биомаркера, посебан фокус ће бити на развоју и примени нових биомаркера заснованих на анализи аудио и визуелних сигнала добијених неинвазивним мерењем. Поред дијагностиковања болести, посебан фокус дисертације ће бити и на развоју модела који ће се бавити предвиђањем даљег напредовања болести и проценом ризика од напретка/погоршања срчане инсуфицијенције. Како би се обезбедило адекватно лечење и оптимална терапија пацијената, развој система за разликовање срчане инсуфицијенције са различитом ејекционом фракцијом је такође један од циљева дисертације.

1.3.6. Резултати који се очекују

Очекивани резултати по завршетку израде докторске дисертације су:

1. Развијен мултимодуларни систем који ће моћи да се са релативно високим степеном сигурности користи у сврхе дијагностиковања, праћења и лечења срчане инсуфицијенције.
2. Усвојен скуп нових биомаркера који потврђује да су неинвазивни биомаркери, добијени обрадом сигнала из бесконтактних аудио и визуелних извора, поуздани индикатори срчане инсуфицијенције и да су у корелацији са традиционалним клиничким параметрима. Ово ће отворити пут ка развоју нових метода машинског учења заснованих на примени биомаркера добијених из неинвазивних мерења. Реализовани модели ће бити у могућности да унапреде поступак дијагностиковања и лечења, тиме што би остварили одговарајућу тачност, при чему би се потенцијално смањила потреба за додатним специјалистичким прегледима.

3. Очекивани коначни резултати метрика перформанси модела машинског и дубоког учења (попут тачности, специфичности и F_1 оцене) биће задовољавајући у поређењу са подацима из литературе и за практичну примену.

1.3.7. Оквирни садржај докторске дисертације са предлогом литературе која ће се користити (до 10 најважнијих извора литературе)

1. Увод - Ово поглавље ће детаљно истражити идеје и представити циљеве истраживања докторске дисертације. Део увода ће обухватати преглед и анализу постојеће литературе.
2. Срчана инсуфицијенција - опис проблема и медицинска позадина - Овај део ће представити медицински проблем срчане инсуфицијенције, укључујући њене узроке, симптоме и тренутне дијагностичке методе. Неопходна медицинска позадина за истраживање, ће послужити да се детаљно објасни зашто су потребни нови приступи и употреба нових техника.
3. Анализа и обрада традиционалних биомаркера коришћених у истраживању - Ово поглавље ће се фокусирати на скуп података који ће се користити у истраживању, пружајући детаљан опис анализе података прикупљених током прегледа (на пример, историја болести, физички преглед, лабораторијски резултати и ЕКГ), као и опис припреме података ка њиховом даљем коришћењу за обучавање модела машинског учења.
4. Развој модела машинског и дубоког учења заснованих на традиционалним медицинским биомаркерима - Ово поглавље ће детаљно описати развој и примену модела машинског учења који користи традиционалне медицинске биомаркере. Његова сврха ће бити да послужи као основна линија за поређење са моделима који ће користити нове биомаркере добијене из бесконтактних мерења. Поред развоја и тренирања модела заснованих на традиционалним методама, попут стабла одлучивања и случајних шума, методе засноване на примени напредних неуронских мрежа ће бити стављене у фокус истраживања.
5. Обрада аудио-визуелног материјала и издвајање нових биомаркера релевантних за срчану инсуфицијенцију – У овом поглављу ће бити дато објашњење како се аудио и визуелни сигнали обрађују да би се из њих проценили нови биомаркери.
6. Примена предложених нових биомаркера за развој модела дубоког учења за дијагностиковање и предвиђање даљег развоја болести - У овом поглављу биће описана примена издвојених неинвазивних биомаркера за развој модела дубоког учења, који ће имати као циљ дијагностику срчане инсуфицијенције и предикцију њеног даљег развоја.
7. Поређење имплементираних алгоритама дубоког учења и анализа утицаја различитих врста биомаркера на перформансе развијених модела - У оквиру овог поглавља извршиће се поређење различитих алгоритама дубоког учења који су коришћени како би се процениле њихове перформансе на основу различитих метрика. Такође, анализираће се како нови биомаркери утичу на тачност и ефикасност модела у односу на традиционалне биомаркере.
8. Верификација коначних резултата - Ово поглавље ће детаљно описати поступак верификације коначних резултата истраживања. Извршиће се ригорозно тестирање ради потврде поузданости и тачности развијених модела и њихових налаза. Посебан фокус ће бити дат пружању транспарентности и објашњивости резултата предвиђања модела вештачке интелигенције.
9. Закључак - На крају дисертације сумираће се кључни налази истраживања, враћајући се на почетне циљеве дисертације. Такође ће се разматрати импликације резултата и правци за будућа истраживања.

10. Литература – Приказ референци које ће бити коришћене током израде докторске дисертације.

Полазна литература:

- [1] Martinek, R., Ladrova, M., Sidikova, M., Jaros, R., Behbehani, K., Kahankova, R., & Kawala-Sterniuk, A., Advanced Bioelectrical Signal Processing Methods: Past, Present and Future Approach - Part I: Cardiac Signals, Sensors, vol. 21, 2021, 15, 5186, <https://doi.org/10.3390/s21155186> (M21 – Engineering, Electrical & Electronic)
- [2] Victor, O. A., Chen, Y., & Ding, X., Non-invasive heart failure evaluation using machine learning algorithms, Sensors, vol. 24, 2024, 7, 2248, <https://doi.org/10.3390/s24072248> (M21 – Engineering, Electrical & Electronic)
- [3] Moshawrab, M., Adda, M., Bouzouane, A., Ibrahim, H., & Raad, A., Reviewing Multimodal Machine Learning and Its Use in Cardiovascular Diseases Detection, Electronics, vol. 12, 2023, 7, 1558, <https://doi.org/10.3390/electronics12071558> (M22 – Engineering, Electrical & Electronic)
- [4] Yu, Z., Shen, Y., Shi, J., Zhao, H., Cui, Y., Zhang, J., Torr, P., & Zhao, G., Physformer++: Facial video-based physiological measurement with slowfast temporal difference transformer, International Journal of Computer Vision, vol. 131, 2023, 6, 1307-1330, <https://doi.org/10.1007/s11263-023-01758> (M21a+ - Computer Science, Artificial Intelligence)
- [5] Lee, C. K., Chen, T. L., Wu, J. E., Liao, M. T., Wang, C., Wang, W., & Chou, C. Y., Multimodal deep learning models utilizing chest X-ray and electronic health record data for predictive screening of acute heart failure in emergency department, Computer Methods and Programs in Biomedicine, vol. 255, 2024, pp. 108357, <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2024.108357> (M21 - Computer Science, Interdisciplinary Applications)
- [6] Xiao, H., Liu, T., Sun, Y., Li, Y., Zhao, S., & Avolio, A., Remote photoplethysmography for heart rate measurement: A review, Biomedical Signal Processing and Control, vol. 88, 2024, 105608, <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2023.105608> (M21 – Engineering, Biomedical)
- [7] Murton, O. M., Dec, G. W., Hillman, R. E., Majmudar, M. D., Steiner, J., Gutttag, J. V., & Mehta, D. D., Acoustic voice and speech biomarkers of treatment status during hospitalization for acute decompensated heart failure, Applied sciences, vol. 13, 2023, 3, 1827, <https://doi.org/10.3390/app13031827> (M22 – Engineering, Multidisciplinary)
- [8] Averbuch, T., Sullivan, K., Sauer, A., Mamas, M. A., Voors, A. A., Gale, C. P., Metra, M., Ravindra, N., & Van Spall, H. G., Applications of artificial intelligence and machine learning in heart failure, European Heart Journal - Digital Health, vol. 3, 2022, 2, 311-322, <https://doi.org/10.1093/ehjdh/ztac025> (M21 - Cardiac & Cardiovascular Systems)
- [9] Cabitza, F., & Campagner, A., The need to separate the wheat from the chaff in medical informatics: Introducing a comprehensive checklist for the (self)-assessment of medical AI studies. International Journal of Medical Informatics, 153, 2021, 104510, <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2021.104510> (M21 - Medical informatics)

1.4. Веза са досадашњим истраживањем у овој области уз обавезно навођење до 10 релевантних референци:

Кандидат је тренутно ангажован као истраживач-приправник на Институту за информационе технологије, Универзитета у Крагујевцу. Током свог истраживачког рада објавио је 29 научних радова, при чему значајнији резултати обухватају два рада из категорије M21, једна рада из категорије M22, два рада из категорије M23 и један рад из категорије M24. Додатно, кандидат је тренутно ангажован на међународном пројекту позива Европске уније, програма Хоризонт 2020

„Систем за подршку одлучивању заснован на вештачкој интелигенцији за стратификацију ризика и рано откривање срчане инсуфицијенције у примарној и секундарној нези“ (енгл. *Artificial Intelligence-based Decision Support System for Risk Stratification and Early Detection of Heart Failure in Primary and Secondary Care*) - StratifyHF (број 101080905). У оквиру докторске дисертације делимично ће се искористити подаци прикупљени у оквиру пројекта у сврху основе за обучавање модела машинског учења.

Досадашња истраживања су се фокусирали на примену метода дубоког и машинског учења за предвиђање срчане инсуфицијенције на традиционалним биомаркерима, не узимајући у обзир развој и примену нових биомаркера. Овакви традиционални биомаркери су различитог модалитета, што је доводило до тога да развијани системи често нису могли да искористе мултимодалне податке на одговарајући начин. Са друге стране, истраживачи који су се бавили добијањем нових биомаркера из гласа и видео снимка, нису се фокусирали на даљу употребу добијених биомаркера за дијагностиковање и лечење срчане инсуфицијенције. На основу претходних истраживања и ограничења претходних студија, ова докторска дисертација ће се фокусирати како на израду свеобухватног система за подршку одлучивању, тако и на развој и примену нових биомаркера. Предложени приступ би помагао лекарима у доношењу одлука у дијагностиковању и лечењу пацијената, а могуће да би смањео и потребу за одласцима лекару специјалисти. Поред примене постојећих конволуционих неуронских мрежа и трансформера, посебна пажња ће се посветити развоју нових хибридних мрежа које би комбиновале ове две технике.

Релевантне референце из области предложене теме докторске дисертације:

- [1] **Lazar Dašić**, Nikola Radovanović, Tijana Šušteršič, Andjela Blagojević, Leo Benolić, N. Filipović, Patch-based convolutional neural network for atherosclerotic carotid plaque semantic segmentation, IPSI Bgd Transactions on Internet Research, vol. 18, 2022, 1, pp. 56-61, <https://doi.org/10.58245/ipsi.tir.22jr.10> (M23 – Computer Science, Information Systems)
- [2] Ognjen Pavić, **Lazar Dašić**, Tijana Geroski, Mina Vasković Jovanović, Nenad Filipović, Risk Classification for Sudden Cardiac Death in Patients with Hypertrophic Cardiomyopathy based on Machine Learning Algorithms, Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics, vol. 17, 2023, pp. 153-165, <https://doi.org/10.24874/jsscm.2023.17.02.11> (M24 – Електроника, телекомуникације и информационе технологије)
- [3] Tijana Geroski, Vesna Ranković, Ognjen Pavić, **Lazar Dašić**, Marina Petrović, Dragan Milovanović, Nenad Filipović, Enhancing COVID-19 Disease Severity Classification through Advanced Transfer Learning Techniques and Optimal Weight Initialization Schemes, Biomedical Signal Processing and Control, vol. 100, 2025, 107103, <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2024.107103> (M21 – Engineering, Biomedical)
- [4] **Lazar Dašić**, Ognjen Pavić, Tijana Geroski, Nenad Filipović, An Unsupervised Image Segmentation Workflow for Extraction of Left Coronary Artery from X-ray Coronary Angiography, Applied Artificial Intelligence 2: Medicine, Biology, Chemistry, Financial, Games, Engineering. AAI 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 999, 2023, pp 116-122, https://doi.org/10.1007/978-3-031-60840-7_16 (M33)
- [5] **Lazar Dašić**, Tijana Geroski, Ognjen Pavić, Nenad Filipović, Development of Convolutional Neural Network for Classification of Heart Sounds Utilizing Mel-Frequency Cepstral Coefficients, Applied Artificial Intelligence 4: Medicine, Biology, Chemistry, Financial, Games, Engineering. AAI 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1446, 2025, pp 166-174, https://doi.org/10.1007/978-3-031-99201-8_17 (M33)
- [6] Ognjen Pavić, **Lazar Dašić**, Tijana Geroski, Andjela Blagojević, Nenad Filipović, The Importance of Genetic and Clinical Data Features in Risk Stratification of Patients with Hypertrophic Cardiomyopathy, Disruptive Information Technologies for a Smart Society, pp:64-72, https://doi.org/10.1007/978-3-031-50755-7_7 (M33)

1.5. Оцена научне заснованости теме докторске дисертације:

На основу пријаве теме докторске дисертације и постављеног концепта, Комисија закључује да постоји потреба за развојем, имплементацијом и верификацијом нових, напредних модела машинског и дубоког учења за рану детекцију, дијагностиковање и предвиђање прогресије срчане инсуфицијенције на основу биомаркера добијених из аудио и видео сигнала. Дисертација је фокусирана на развој система који ће користити традиционалне клиничке биомаркере, као и нове, неинвазивне биомаркере из аудио и визуелних сигнала, за решавање три кључна задатка: рану идентификацију високоризичних пацијената, предвиђање прогресије болести и диференцијацију између типова срчане слабости са различитом ејекционом фракцијом. Посебан акценат је стављен на издвајање и валидацију неинвазивних биомаркера из аудио и видео записа коришћењем напредних техника дигиталне обраде сигнала и хибридних модела дубоког учења. Комисија закључује да је предложена тема докторске дисертације, са образложеним предметом и циљевима рада, научним доприносима и очекиваним резултатима, насталим досадашњим самосталним истраживањима и детаљном анализом доступних научних радова у научном и стручном смислу, оригинална и актуелна идеја.

2. Подаци о кандидату

2.1. Име и презиме кандидата:

Лазар Дашић

2.2. Студијски програм докторских академских студија и година уписа:

Електротехника и рачунарство, 2022.

2.3. Биографија кандидата (до 1500 карактера):

Кандидат је рођен 29.03.1999. године у Крагујевцу, Република Србија. Основне академске студије на Факултету инжењерских наука, Универзитета у Крагујевцу уписао је 2017. године, а завршио 2021. године на студијском програму Рачунарска техника и софтверско инжењерство са просечном оценом 9,03. Дипломски рад под називом „Примена C# програмског језика у развоју информационих система – на примеру стоматолошке ординације“ је одбранио са највишом оценом. Током основних студија кандидат је добитник признања за најбољег студента четврте године основних студија. Након завршетка основних академских студија, 2021. године уписао је мастер академске студије на Факултету инжењерских наука, Универзитета у Крагујевцу, на студијском програму Електротехника и рачунарство. Мастер академске студије завршио је 2022. године са просечном оценом 9,33. Мастер рад под називом „Примена конволуционе неуронске мреже за семантичку сегментацију различитих врста плака каротидне артерије“ је одбранио са највишом оценом. Уписао је докторске академске студије, школске 2022/2023 на Факултету инжењерских наука, Универзитета у Крагујевцу, студијски програм Електротехника и рачунарство. У звање истраживач-приправник на Институту за информационе технологије, Универзитета у Крагујевцу изабран је у новембру 2022. године. Током истраживачког рада учествовао је на међународним пројектима позива Европске Уније, програма Хоризонт 2020: SoftLungX и StratifyHF. Коаутор је 6 научних радова категорије M20, 15 конференцијских радова на међународним конференцијама категорије M30 и једног поглавља у монографији категорије M10. Био је на усавршавању на Католичком универзитету у Лувену, Белгија (2023) и Кини (2025).

2.4. Преглед научноистраживачког рада кандидата (до 1500 карактера):

Кандидат је учествовао или тренутно учествује на три међународна научна пројекта:

1. European Union Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101016834 (HOSMARTAI, SoftLungX) - <http://softlungx.bioirc.ac.rs/>.

2. European Union Horizon 2020 research and innovation programme under grand agreement No 101080905 (StratifyHF) - <https://stratifyhf.eu/>.

3. European Union Horizon Europe research and innovation programme under the grant agreement No 101073878 (EU-CIP Open Call type B) - European Knowledge Hub and Policy Testbed for Critical Infrastructure Protection

Значајније публикације кандидата укључују:

Поглавља у истакнутим монографијама међународног значаја (M13):

1. **Lazar Dašić**, Nenad Filipović, Use Case: Application of Deep Learning Methods in Diagnosis of Lung Diseases from Medical Imaging Data, In Silico Clinical Trials for Cardiovascular Disease: A Finite Element and Machine Learning Approach, Springer Nature Switzerland, 2024, pp. 399-424. https://doi.org/10.1007/978-3-031-60044-9_14

Научни радови публиковани у врхунских часописима међународног значаја (M21a):

1. Tijana Geroski, Ognjen Pavić, **Lazar Dašić**, Dragan Milovanović, Marina Petrović, Nenad Filipović, SoftLungX: Leveraging Transfer Learning with Convolutional Neural Networks for Accurate Respiratory Disease Classification in Chest X-Ray Images, Journal of Big Data, vol. 11, 2024, 146, <https://doi.org/10.1186/s40537-024-01018-0>

Научни радови публиковани у међународним часописима изузетне вредности (M21):

1. Tijana Geroski, Vesna Ranković, Ognjen Pavić, **Lazar Dašić**, Marina Petrović, Dragan Milovanović, Nenad Filipović, Enhancing COVID-19 Disease Severity Classification through Advanced Transfer Learning Techniques and Optimal Weight Initialization Schemes, Biomedical Signal Processing and Control, vol. 100, 2025, pp. 107103, <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2024.107103>

Научни радови публиковани у истакнутим међународним часописима (M22):

1. Radivoje Radaković, **Lazar Dašić**, Milivoj Dopsaj, Nenad Filipović, Multiple regression analysis for competitive performance assessment of professional soccer players, Technology and Health Care, vol. 32, 2024, 2, pp. 873-884, <https://doi.org/10.3233/THC-23027>

Научни радови публиковани у часописима међународног значаја (M23):

1. **Lazar Dašić**, Nikola Radovanović, Tijana Šušteršič, Anđela Blagojević, Leo Benolić, Nenad Filipović, Patch-based convolutional neural network for atherosclerotic carotid plaque semantic segmentation, IPSI Bgd Transactions on Internet Research, vol. 18, 2022, 1, pp. 56-61, <https://doi.org/10.58245/ipsi.tir.22jr.10>

2. Nikola Radovanović, **Lazar Dašić**, Anđela Blagojević, Tijana Šušteršič, Nenad Filipović, Carotid Artery Segmentation Using Convolutional Neural Network in Ultrasound Images, IPSI Bgd Transactions on Internet Research, vol. 18, 2022, 1, pp. 44-49, <https://doi.org/10.58245/ipsi.tir.22jr.08>

Научни радови публиковани у часописима међународног значаја верификованог посебном одлуком (M24):

1. Ognjen Pavić, **Lazar Dašić**, Tijana Geroski, Mina Vasković Jovanović, Nenad Filipović, Risk Classification for Sudden Cardiac Death in Patients with Hypertrophic Cardiomyopathy based on Machine Learning Algorithms, Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics, vol. 17, 2023, pp. 153-165, <https://doi.org/10.24874/jsscm.2023.17.02.11>

2.5. Списак објављених научних радова кандидата из научне области из које се пријављује тема докторске дисертације (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број¹, категорија):

1. **Lazar Dašić**, Nikola Radovanović, Tijana Šušteršič, Anđela Blagojević, Leo Benolić, Nenad Filipović, Patch-based convolutional neural network for atherosclerotic carotid plaque semantic

¹ Уколико публикација нема DOI број уписати ISSN и ISBN

segmentation, IPSI Bgd Transactions on Internet Research, vol. 18, 2022, 1, pp. 56-61, <https://doi.org/10.58245/ipsi.tir.22jr.10> (M23 – Computer Science, Information Systems)

2. Tijana Geroski, Ognjen Pavić, **Lazar Dašić**, Dragan Milovanović, Marina Petrović, Nenad Filipović, SoftLungX: Leveraging Transfer Learning with Convolutional Neural Networks for Accurate Respiratory Disease Classification in Chest X-Ray Images, Journal of Big Data, vol. 11, 2024, 146, <https://doi.org/10.1186/s40537-024-01018-0> (M21a – Computer Science, Theory & Methods)

3. Nikola Radovanović, **Lazar Dašić**, Andjela Blagojević, Tijana Šušteršič, Nenad Filipović, Carotid Artery Segmentation Using Convolutional Neural Network in Ultrasound Images, IPSI Bgd Transactions on Internet Research, vol. 18, 2022, 1, pp. 44-49, <https://doi.org/10.58245/ipsi.tir.22jr.08> (M23 – Computer Science, Information Systems)

4. Ognjen Pavić, **Lazar Dašić**, Tijana Geroski, Mina Vasković Jovanović, Nenad Filipović, Risk Classification for Sudden Cardiac Death in Patients with Hypertrophic Cardiomyopathy based on Machine Learning Algorithms, Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics, vol. 17, 2023, pp. 153-165, <https://doi.org/10.24874/jsscm.2023.17.02.11> (M24 – Електроника, телекомуникације и информационе технологије)

5. Tijana Geroski, Vesna Ranković, Ognjen Pavić, **Lazar Dašić**, Marina Petrović, Dragan Milovanović, Nenad Filipović, Enhancing COVID-19 Disease Severity Classification through Advanced Transfer Learning Techniques and Optimal Weight Initialization Schemes, Biomedical Signal Processing and Control, vol. 100, 2025, 107103, <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2024.107103> (M21 – Engineering, Biomedical)

6. Radivoje Radaković, **Lazar Dašić**, Milivoj Dopsaj, Nenad Filipović, Multiple regression analysis for competitive performance assessment of professional soccer players, Technology and Health Care, vol. 32, 2024, 2, pp. 873-884, <https://doi.org/10.3233/THC-23027> (M22 – Engineering, Biomedical)

7. **Lazar Dašić**, Ognjen Pavić, Tijana Geroski, Nenad Filipović, An Unsupervised Image Segmentation Workflow for Extraction of Left Coronary Artery from X-ray Coronary Angiography, Applied Artificial Intelligence 2: Medicine, Biology, Chemistry, Financial, Games, Engineering, AAI 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 999, 2023, pp 116-122, https://doi.org/10.1007/978-3-031-60840-7_16 (M33)

8. **Lazar Dašić**, Ognjen Pavić, Andela Blagojević, Tijana Geroski, Nenad Filipović, Convolutional Neural Network for Atherosclerotic Plaque Multiclass Image Segmentation in Transverse Ultrasound Images of Carotid Artery, In: Disruptive Information Technologies for a Smart Society. ICIST 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 872, 2023, pp. 93-101 https://doi.org/10.1007/978-3-031-50755-7_10 (M33)

9. **Lazar Dašić**, Nenad Filipović, Liver Tracking for Intraoperative Augmented Reality Navigation System, In: Applied Artificial Intelligence: Medicine, Biology, Chemistry, Financial, Games, Engineering, AAI 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 659, 2022, pp. 332-341, https://doi.org/10.1007/978-3-031-29717-5_20 (M33)

10. **Lazar Dašić**, Ognjen Pavić, Tijana Geroski, Mina Vasković Jovanović, Nenad Filipović, Comparison of Different Convolutional Neural Networks Utilizing Transfer Learning for Pneumothorax Segmentation from Whole Chest X-Ray Images and Extracted Patches. In: Disruptive Information Technologies for a Smart Society. ICIST 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 860, 2024, pp. 166-175, https://doi.org/10.1007/978-3-031-71419-1_15 (M33)

2.6. Оцена испуњености услова кандидата у складу са студијским програмом, општим актом факултета и општим актом Универзитета (до 1000 карактера):

Кандидат је испунио све услове неопходне за пријаву докторске дисертације у складу са условима студијског програма, општим актом Факултета инжењерских наука и општим актом Универзитета у Крагујевцу и испунио све обавезе које су предвиђене наставним планом и програмом докторских академских студија.

3. Подаци о предложеном ментору
3.1. Име и презиме предложеног ментора:
Тијана Героски
3.2. Звање и датум избора:
Доцент, 17.05.2023. године
3.3. Научна област/ужа научна област за коју је изабран у звање:
Машинско инжењерство/Примењена информатика у инжењерству
3.4. НИО у којој је запослен:
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу
3.5. Списак референци којима се доказује испуњеност услова за ментора у складу са Стандардом 9 (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број, категорија):
1. Tijana Geroski, Ognjen Pavić, Lazar Dašić, Dragan Milovanović, Marina Petrović, Nenad Filipović, SoftLungX: Leveraging Transfer Learning with Convolutional Neural Networks for Accurate Respiratory Disease Classification in Chest X-Ray Images, Journal of Big Data, vol. 11, 2024, 146, https://doi.org/10.1186/s40537-024-01018-0 (M21a – Computer Science, Theory & Methods) 2. Tijana Geroski, Orestis Gkaintes, Aleksandra Vulović, Niketa Ukaj, Jorge Barrasa-Fano, Fernando Perez-Boerema, et al., SGABU computational platform for multiscale modeling: Bridging the gap between education and research, Computer methods and programs in biomedicine, vol. 243, 2024, pp. 107935, https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2023.107935 (M21 - Computer Science, Interdisciplinary Applications) 3. Anđela Blagojević, Tijana Šušteršić, Ivan Lorencin, Sandi Baressi Šegota, Nikola Anđelić, et al., Artificial intelligence approach towards assessment of condition of COVID-19 patients - Identification of predictive biomarkers associated with severity of clinical condition and disease progression, Computers in Biology and Medicine, vol. 138, 2021, pp. 104869, https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2021.104869 (M21 - Computer Science, Interdisciplinary Applications) 4. Tijana Šušteršić, Aleksandar Peulić, FPGA Implementation of Expert System for Medical Diagnosis of Disc Hernia Diagnosis Based on Bayes Theorem, Journal of Circuits, Systems and Computers, vol. 32, 2023, no. 3, p. 2350038, https://doi.org/10.1142/S021812662350038X (M23 - Engineering, Electrical & Electronic) 5. Tijana Šušteršić, Aleksandar Peulić, Implementation of Face Recognition algorithm on Field Programmable Gate Array (FPGA), Journal of Circuits, Systems and Computers, vol. 28, 2019, no. 8, pp. 1950129, https://doi.org/10.1142/S0218126619501299 (M23 - Engineering, Electrical & Electronic)
3.6. Списак референци којима се доказује компетентност ментора у вези са предложеном темом докторске дисертације (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број, категорија):
1. Tijana Geroski, Đorđe Jakovljević, Nenad Filipović, Big Data in multiscale modelling: from medical image processing to personalized models, Journal of Big Data, vol. 10, 2023, no. 1, pp. 1-22, https://doi.org/10.1186/s40537-023-00763-y (M21 - Computer Science, Theory & Methods) 2. Tijana Šušteršić, Vesna Ranković, Vladimir Milovanović, Vojin Kovačević, Lukas Rasulić, Nenad Filipović, A Deep Learning Model for Automatic Detection and Classification of Disc Herniation in Magnetic Resonance Images, IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, vol. 26, 2022,

no.12, pp. 6036-6046, https://doi.org/10.1109/JBHI.2022.3209585 (M21 - Computer Science, Interdisciplinary Applications)
3. Tijana Šušteršič , Vladimir Milovanović, Vesna Ranković, Nenad Filipović, A comparison of classifiers in biomedical signal processing as a decision support system in disc hernia diagnosis, Computers in Biology and Medicine, vol. 125, 2020, pp. 103978, https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2020.103978 (M21 - Computer Science, Interdisciplinary Applications)
4. Nenad Filipović, Tijana Šušteršič , Miljan Milošević, Bogdan Milićević, Vladimir Simić, Momčilo Prodanović, Srboj Mijailović, Miloš Kojić, SILICOFCM platform, multiscale modeling of left ventricle from echocardiographic images and drug influence for cardiomyopathy disease, Computer Methods and Programs in Biomedicine, vol. 227, 2022, pp. 107194, https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2022.107194 (M21 - Computer Science, Interdisciplinary)
3.7. Да ли се предложени ментор налази на Листи ментора акредитованог студијског програма ДАС?
ДА
3.8. Оцена испуњености услова предложеног ментора у складу са студијским програмом, општим актом факултета и општим актом Универзитета (до 1000 карактера):
Предложени ментор испуњава све услове у складу са студијским програмом, општим актом Факултета инжењерских наука и општим актом Универзитета у Крагујевцу.
4. Подаци о предложеном коментору
4.1. Име и презиме предложеног коментора:
[унос]
4.2. Звање и датум избора:
[унос]
4.3. Научна област/ужа научна област за коју је изабран у звање:
[унос]
4.4. НИО у којој је запослен:
[унос]
4.5. Списак референци којима се доказује испуњеност услова коментора у складу са Стандардом 9 (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број*, категорија):
[унос]
4.6. Списак референци којима се доказује компетентност коментора у вези са предложеном темом докторске дисертације (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број, категорија):
[унос]
4.7. Да ли се предложени коментор налази на Листи ментора акредитованог студијског програма ДАС?
[изаберите]
4.8. Оцена испуњености услова предложеног коментора у складу са студијским програмом, општим актом факултета и општим актом Универзитета (до 1000 карактера):

[унос]

5. ЗАКЉУЧАК

На основу анализе приложене документације Комисија за писање извештаја о оцени научне заснованости теме и испуњености услова кандидата и предложеног ментора предлаже да се кандидату Лазару Дашићу одобри израда докторске дисертације под насловом „Напредни модели дубоког учења за анализу нових биомаркера и предвиђање кардиоваскуларних обољења” и да се за ментора именује др Тијана Героски, доцент.

Чланови комисије:

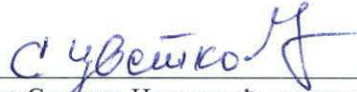


др Ненад Филиповић, редовни професор

Факултет инжењерских наука, Универзитет у
Крагујевцу

Машинско инжењерство/Примењена механика, Примењена
информатика и рачунарско инжењерство

Председник комисије



др Стојица Цветковић, доцент

Електронски факултет, Универзитет у Нишу

Електротехничко и рачунарско
инжењерство/Електроника

Члан комисије

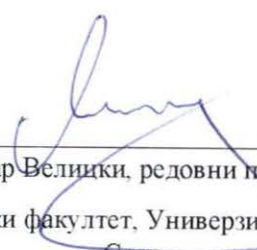


др Иван Крстић, ванредни професор

Факултет инжењерских наука, Универзитет у
Крагујевцу

Електротехничко и рачунарско
инжењерство/Електротехника и рачунарство

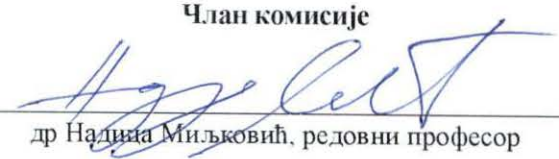
Члан комисије



др Лазар Велики, редовни професор
Медицински факултет, Универзитет у Новом
Саду

Медицинске науке/Интерна медицина (Кардиологија)

Члан комисије



др Надија Миљковић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички
факултет

Електротехничко и рачунарско
инжењерство/Биомедицинска техника

Члан комисије