

ОБРАЗАЦ 3

Бр. 01-1/3105
04.09.2026. год.
КРАГУЈЕВАЦ

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА У КРАГУЈЕВЦУ
И
ВЕЋУ ЗА ИНТЕРДИСЦИПЛИНАРНЕ И МУЛТИДИСЦИПЛИНАРНЕ ОБЛАСТИ
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

На седници Већа за интердисциплинарне и мултидисциплинарне области Универзитета у Крагујевцу одржаној 13.7.2026. године (број одлуке: IV-07-417/14) одређени смо за чланове Комисије за писање Извештаја о оцини научне заснованости теме докторске дисертације под насловом: „Развој мултимодалних генеративних оквира вештачке интелигенције за анализу кардиоваскуларних медицинских слика: генерисање синтетичких података, превођење између модалитета и подршка клиничком одлучивању”, и испуњености услова кандидата **Филипа Филиповића**, 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 ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

1. Подаци о теми докторске дисертације
1.1. Наслов докторске дисертације:
Развој мултимодалних генеративних оквира вештачке интелигенције за анализу кардиоваскуларних медицинских слика: генерисање синтетичких података, превођење између модалитета и подршка клиничком одлучивању
1.2. Научна област докторске дисертације:
Машинско инжењерство и медицинске науке
1.3. Образложење теме докторске дисертације (до 15000 карактера):
1.3.1. Дефинисање и опис предмета истраживања
Развој метода вештачке интелигенције, а посебно дубоког учења, последњих година довео је до значајног напретка у области генеративних модела, односно модела способних да синтетишу нове, реалистичне податке на основу научене расподеле тренинг скупа. Генеративне супарничке мреже (енгл. <i>Generative Adversarial Networks – GAN</i>), варијациони аутоенкодери (енгл. <i>Variational Autoencoders – VAE</i>) и, у новије време, дифузиони модели (енгл. <i>Diffusion Models</i>) постигли су резултате који у многим доменима достижу, а понекад и

превазилазе квалитет реалних података. Примена ових модела у биомедицини отвара бројне могућности, али и нове истраживачке изазове, а нарочито у синтези медицинских снимака различитих модалитета (магнетна резонанца – енгл. *Magnetic Resonance Imaging (MRI)*, компјутеризована томографија – енгл. *Computed Tomography (CT)*, ехокардиографија итд.).

Успех модела машинског и дубоког учења у анализи медицинских слика директно зависи од количине и квалитета обележених података на којима се модели обучавају. Међутим, прикупљање великих количина података, као и избалансираних и квалитетно обележених скупова медицинских снимака отежано је из више разлога: строге регулативе о заштити приватности пацијената, високи трошкови и временска ограничења приликом експертске анотације, као и небалансираност подскупова података. Овај проблем је посебно изражен код ретких болести и атипичних патологија, за које најчешће не постоји довољан број медицинских снимака да би се поуздано обучио модел дубоког учења. Док је релативно лако прикупити снимке здравих особа или честих обољења, прикупљање репрезентативног скупа узорака ретких болести често је практично неизводљиво.

Постојећа решења у литератури суочавају се са низом ограничења која ова докторска дисертација настоји да превазиђе. Генеративни модели тренирани на једном модалитету (нпр. само на *MRI*) нису у стању да обухвате комплементарне информације других модалитета, а ретко се испитује њихова анатомска веродостојност и безбедност у смислу заштите приватности пацијената. Постојећи приступи углавном не разматрају ретке кардиоваскуларне болести – попут хипертрофичне кардиомиопатије (*HCM*), кардијалне амилоидозе или аритмогене кардиомиопатије десне коморе (*ARVC*) – за које је недостатак медицинских снимака најизраженији. Такође, у постојећим радовима недостаје интегрисан оквир који би обједињавао синтезу снимака, превођење између модалитета и подршку клиничком одлучивању у јединствену верификовану методологију. Предмет истраживања ове докторске дисертације јесте развој, имплементација и верификација савремених генеративних модела вештачке интелигенције за синтезу вештачких медицинских снимака више модалитета. Посебан акценат биће стављен на условно (енгл. *conditional*) генерисање, које омогућава контролисано варирање и синтезу снимака који приказују различите болести и патолошка стања, чиме се могу обогатити постојећи небалансирани скупови података и надоместити недостатак узорака за ретке болести.

Поред саме синтезе, предмет истраживања обухвата и три кључна аспекта који одређују употребљивост синтетичких снимака у реалној клиничкој и истраживачкој пракси. Први аспект је анатомска веродостојност, квантитативна и експертска процена колико је генерисани снимак заиста веран, односно да ли садржи све очекиване анатомске структуре у исправним просторним односима и без анатомских нелогичности (на пример, да орган не буде приказан на анатомски погрешној локацији или да нека структура не недостаје). Други аспект је безбедност синтетичких података – испитивање у којој мери вештачки снимци могу да открију поверљиве информације о стварним пацијентима из тренинг скупа (нпр. кроз методе закључивања о припадности тренинг скупу података – енгл. *membership inference*, или меморисање тренинг примера), као и анализа услова за њихову сигурну употребу. Трећи аспект је поузданост (енгл. *trustworthiness*) развијене методологије – процена пристрасности (енгл. *bias*), способности уопштавања и интерпретабилности, како би се обезбедило да синтетички подаци не уводе системске грешке у моделе који се на њима обучавају.

Поред синтезе снимака, предмет истраживања обухвата и превођење између модалитета (енгл. *cross-modal translation* или *image-to-image translation*) – аутоматизовано генерисање снимка у циљном модалитету (нпр. *CT*) полазећи искључиво од снимка у изворном модалитету (нпр. *MRI*). Ова компонента је посебно клинички значајна јер смањује потребу за вишеструким снимањима пацијента, чиме се смањује трошак, ризик по здравље и неугодност за пацијента, уз истовремено обогаћивање скупова података за обучавање дијагностичких модела.

Кључна компонента истраживања јесте подршка клиничком одлучивању (енгл. *clinical decision support*) – развој методологије за интеграцију синтетичких и преведених снимака у системе за аутоматску класификацију кардиоваскуларних обољења, детекцију патологија и стратификацију ризика пацијената. Циљ је демонстрирати да синтетички снимци, посебно они генерисани за ретке болести попут хипертрофичне кардиомиопатије (*HCM*) и кардијалне амилоидозе, могу значајно унапредити перформансе модела у случајевима где је реалних снимака недовољно.

Истраживање је организовано као трокомпонентни оквир у коме свака компонента представља независну целину: (1) модул за синтезу мултимодалних медицинских снимака применом генеративних модела (*GAN*, дифузиони модели); (2) модул за преводјење између модалитета (нпр. *MRI*→*CT*, ехокардиографија→*MRI*) применом архитектура попут *CycleGAN* и условних дифузионих модела; и (3) модул за подршку клиничком одлучивању заснован на синтетички проширеним скуповима података. Свака компонента представља независну истраживачку целину, при чему њихова интеграција представља суштински допринос предложеног истраживања.

1.3.2. Полазне хипотезе

У складу са дефинисаним предметом и циљем истраживања, као и на основу прегледа релевантне литературе, дефинисане су следеће полазне хипотезе:

1. Савремени генеративни модели (засновани на генеративним супарничким мрежама и дифузионим моделима) способни су да синтетишу медицинске снимке више модалитета високог квалитета и реализма, што се потврђује стандардним квантитативним метрикама (нпр. *Fréchet Inception Distance (FID)*, *Structural Similarity Index (SSIM)*, *Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR)*) и експертском визуелном оценом.
2. Применом условног генерисања могуће је синтетисати снимке са високом поузданошћу, квантификоване одговарајућим метрикама, који приказују различите болести и патолошка стања, укључујући ретка обољења за која не постоје довољно велики реални скупови података.
3. Допуњавање реалних скупова података синтетичким снимцима побољшава перформансе модела за класификацију и сегментацију медицинских слика, што ће се огледати у метрикама прецизношћу, осетљивошћу и F_1 оценом, као и Дајс (енгл. *Dice*) и Жакард (енгл. *Jaccard*) скору, посебно у случају ретких и недовољно заступљених класа, у односу на моделе обучене искључиво на реалним подацима.
4. Применом метода за проверу анатомске веродостојности и заштиту приватности могуће је постићи висок ниво веродостојности и безбедности синтетичких снимака, чиме се обезбеђује њихова поуздана и етички прихватљива примена.

1.3.3. План рада

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

1. Преглед литературе – детаљно истраживање и анализа релевантне литературе из области генеративних модела и њихове примене у синтези медицинских снимака, са посебним освртом на *GAN* и дифузионе моделе, као и на питања веродостојности, безбедности и поузданости.
2. Припрема теоријских основа – проучавање теоријских основа генеративних модела (*GAN*, *VAE*, дифузиони и латентни дифузиони модели), метрика за процену квалитета синтетичких слика и метода за заштиту приватности.
3. Прикупљање и претпроцесирање података – прикупљање јавно доступних и/или клиничких скупова медицинских снимака више модалитета и њихово

претпроцесирање (стандардизација, нормализација, регистрација и анонимизација).

4. Развој генеративних модела по модалитетима – имплементација и обучавање генеративних модела за синтезу MRI, CT, ехокардиографских медицинских снимака.
5. Генерисање медицинских снимака пацијената са кардиоваскуларним болестима– развој модела за генерисање снимака различитих болести и ретких кардиоваскуларних болести.
6. Процена анатомске веродостојности – дефинисање и примена протокола за квантитативну и експертску евалуацију анатомске исправности синтетичких снимака.
7. Анализа безбедности и приватности – испитивање ризика од цурења информација о стварним пацијентима и примена метода заштите приватности.
8. Анализа поузданости и валидација – процена пристрасности и способности уопштавања, као и валидација кроз побољшање перформанси *downstream* модела за класификацију и сегментацију.
9. Објављивање резултата – резултати истраживања биће објављени у једном или више часописа категорија M21 и M22 из научне области биоинжењеринга.

1.3.4. Методе истраживања

У оквиру истраживања биће примењене савремене методе дубоког учења и дигиталне обраде слике. За синтезу снимака користиће се генеративне супарничке мреже и њихове варијанте (нпр. DCGAN, StyleGAN, pix2pix, CycleGAN), варијациони аутоенкодери, као и дифузиони и латентни дифузиони модели (енгл. *Latent Diffusion Models*), који тренутно представљају најсавременији приступ у генерисању слика високе резолуције.

Имплементација и обучавање модела биће реализовани у програмском језику Пајтон уз коришћење библиотеке за дубоко учење PyTorch и/или TensorFlow, као и специјализованих оквира за медицинску анализу слика попут библиотеке MONAI. За обраду и претпроцесирање снимака користиће се библиотеке OpenCV, SimpleITK и scikit-image.

Квалитет и реализам синтетичких снимака процењиваће се применом стандардних квантитативних метрика, као што су *Fréchet Inception Distance (FID)*, *Kernel Inception Distance (KID)*, *Structural Similarity Index (SSIM)*, *Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR)* и *Learned Perceptual Image Patch Similarity (LPIPS)*, у комбинацији са квалитативном експертском оценом. За проверу анатомске веродостојности користиће се методе семантичке сегментације (нпр. nnU-Net) и анатомски засноване провере присуства и положаја органа.

Безбедност и приватност синтетичких података анализираће се применом напада закључивања о припадности (енгл. *membership inference*) и метода за мерење меморисања тренинг примера, уз разматрање техника заштите приватности попут диференцијалне приватности. Поузданост методологије процењиваће се анализом пристрасности, способности уопштавања на независним скуповима података и применом метода објашњиве вештачке интелигенције (нпр. Grad-CAM).

Етички аспекти: сви подаци коришћени у истраживању биће претходно анонимизовани, а истраживање ће се спроводити у складу са важећим етичким нормама и прописима о заштити података о личности.

1.3.5. Циљ истраживања

Основни циљ истраживања је развој и верификација свеобухватног оквира заснованог на генеративним моделима вештачке интелигенције за синтезу мултимодалних медицинских снимака. Циљ је да се омогући контролисано генерисање снимака различитих болести, укључујући ретке патологије, чиме би се надоместио недостатак анутираних података и побољшало обучавање модела за дијагностичке задатке. Поред тога, циљ истраживања је и

успостављање методологије за квантитативну процену анатомске веродостојности, безбедности и поузданости синтетичких снимака, како би се обезбедила њихова одговорна и научно утемељена примена у биомедицинским истраживањима и клиничкој пракси.

1.3.6. Резултати који се очекују

Резултати који се очекују по завршетку израде докторске дисертације су:

1. Развијен и верификован оквир за синтезу мултимодалних медицинских снимака заснован на савременим генеративним моделима, са могућношћу условног генерисања различитих болести и ретких патологија, верификован применом квантитативних метрика (FID, SSIM, PSNR, LPIPS) у поређењу са референтним вредностима из литературе, уз квалитативну процену медицинских стручњака.
2. Дефинисан евалуациони протокол за квантитативну и експертску процену анатомске веродостојности синтетичких снимака, обухватајући аутоматску сегментацију анатомских структура применом nnU-Net модела. Вршиће се провера анатомске тачности органа путем одговарајућих метрика.
3. *Downstream* модели за класификацију и сегментацију кардиоваскуларних обољења, обучени на скуповима проширеним синтетичким снимцима, очекује се да постигну тачност преко 0,85, F1 оцену преко 0,80 и Dice скор преко 0,75 на независним скуповима података, уз статистички значајно побољшање у односу на моделе обучене искључиво на реалним подацима – посебно за класе ретких болести попут *HCM* и *ARVC*.
4. Доказ да допуњавање реалних скупова синтетичким снимцима побољшава перформансе *downstream* модела за класификацију и сегментацију, посебно за класе ретких болести, квантификовано метрикама F1 оценом, Dice скором и тачношћу на независним скуповима података, са статистички значајним побољшањем у односу на моделе обучене искључиво на реалним снимцима.
5. Препоруке и методе за обезбеђивање сигурности, приватности и поузданости синтетичких медицинских података.
6. Резултати истраживања објављени у међународним часописима категорија M21 и M22.

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

1. Увод – Дефинисање мотивације, предмета и циљева истраживања, уз преглед основних изазова у синтези медицинских снимака. У овом поглављу образлаже се зашто је недостатак означених медицинских снимака критичан проблем у развоју дијагностичких система вештачке интелигенције, те се постављају хипотезе и оквир истраживања.
2. Теоријски преглед GAN, VAE и дифузионих модела и њихове примене у биомедицини. Анализирају се предности и ограничења сваке архитектуре у контексту медицинских снимака, са посебним освртом на постојећа решења у литератури и отворена истраживачка питања. Прикупљање и претпроцесирање мултимодалних података, опис коришћених скупова података и поступака претпроцесирања.
3. Опис коришћених скупова података и поступака претпроцесирања за различите модалитете (нпр. ехокардиографски снимци, MRI, CT). Детаљно се описују методе нормализације, аугментације и анотације података, као и стратегије за руковање неуравнотеженим и ретким класама.
4. Развој и обучавање модела за рад са кардиоваскуларним подацима, са посебним нагласком на прилагођавање архитектура специфичностима медицинских снимака. Описују се одлуке у пројектовању мрежа, поступак оптимизације хиперпараметара и стратегије обучавања.

5. Методе за контролисано генерисање снимака различитих обољења уз задржавање клинички релевантних карактеристика. Посебна пажња посвећена је генерисању примера ретких обољења, чији је природни недостатак у постојећим скуповима података највећа препрека за тренирање дијагностичких модела. Безбедност и приватност синтетичких података, анализа ризика и метода заштите.
6. Дефинисање метрика и протокола евалуације, укључујући метрике попут FID, SSIM, PSNR и клиничку валидацију уз учешће медицинских стручњака. Циљ је утврдити у којој мери синтетички снимци верно приказују анатомске структуре и патолошке карактеристике релевантне за дијагнозу. Верификација резултата, тестирање и потврда поузданости развијених метода.
7. Анализа ризика и метода заштите приватности пацијената приликом генерисања и дистрибуције синтетичких снимака.
8. Процена утицаја синтетичких података на перформансе модела у задацима класификације, детекције и сегментације. Испитује се у којој мери аугментација синтетичким снимцима побољшава генерализацију модела, те идентификују потенцијалне пристрасности уведене процесом генерисања.
9. Ригорозно тестирање и потврда поузданости развијених метода кроз унакрсну валидацију на независним скуповима података. Укључује и поређење са референтним методама из литературе ради објективне процене доприноса предложених решења.
10. Сумирање кључних налаза истраживања и дискусија о практичним импликацијама за клиничку примену генеративних модела. Идентификују се ограничења спроведеног истраживања и предлажу правци за будући рад, укључујући проширење на друге модалитете и болести.
11. Приказ референци које ће бити коришћене током израде докторске дисертације, обухватајући кључне радове из области генеративних модела, медицинске обраде слика и клиничке валидације. Списак укључује до 10 најважнијих извора, одабраних по критеријумима научног доприноса и актуелности.

Полазна литература:

- [1] Sindhura, D. N., Pai, R. M., Bhat, S. N., Pai, M. M., A review of deep learning and Generative Adversarial Networks applications in medical image analysis, *Multimedia Systems*, vol. 30, 2024, Article 161, <https://doi.org/10.1007/s00530-024-01349-1> (M22)
- [2] Kazerouni, A., Aghdam, E. K., Heidari, M., Azad, R., Fayyaz, M., Hacıhaliloglu, I., Merhof, D., Diffusion models in medical imaging: A comprehensive survey, *Medical Image Analysis*, vol. 88, 2023, 102846, <https://doi.org/10.1016/j.media.2023.102846> (M21a)
- [3] Shi, Y., Abulizi, A., Wang, H., Feng, K., Abudukelimu, N., Su, Y., Abudukelimu, H., Diffusion Models for Medical Image Computing: A Survey, *Tsinghua Science and Technology*, vol. 30, no. 1, 2025, pp. 357–383, <https://doi.org/10.26599/TST.2024.9010047> (M22)
- [4] Heng, Y., Yinghua, M., Khan, F.G., Khan, A., Hui, Z., Ali, F., AlZubi, A. A., Survey: application and analysis of generative adversarial networks in medical images, *Artificial Intelligence Review*, vol. 58, no. 2, 2025, article 39, <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10992-z> (M21)
- [5] Rombach, R., Blattmann, A., Lorenz, D., Esser, P., & Ommer, B., High-Resolution Image Synthesis with Latent Diffusion Models, *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2022, pp. 10684–10695, <https://doi.org/10.1109/CVPR52688.2022.01042> (M33)
- [6] Pinaya, W. H. L., Tudosi, P. D., Dafflon, J., Da Costa, P. F., Fernandez, V., Nachev, P., Ourselin, S., & Cardoso, M. J., Brain Imaging Generation with Latent Diffusion Models, *Deep Generative Models (DGM4MICCAI 2022)*, *Lecture Notes in Computer*

Science, vol. 13609, Springer, 2022, pp. 117-126, https://doi.org/10.1007/978-3-031-18576-2_12 (M33)

- [7] Singh, N. K., & Raza, K., Medical Image Generation Using Generative Adversarial Networks: A Review, In: Health Informatics: A Computational Perspective in Healthcare, Studies in Computational Intelligence, vol. 932, Springer, 2021, pp. 77-96, https://doi.org/10.1007/978-981-15-9735-0_5 (M14)
- [8] Makhoul, A., Maayah, M., Abughanam, N., Catal, C., The use of generative adversarial networks in medical image augmentation, Neural Computing and Applications, vol. 35, 2023, pp. 24055–24068, <https://doi.org/10.1007/s00521-023-09100-z> (M21)

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

Кандидат је тренутно ангажован као истраживач у Истраживачко-развојном центру за биоинжењеринг (BioIRC) у Крагујевцу. Током свог истраживачког рада објавио је 29 научних радова, при чему значајнији резултати обухватају рад из категорије M20, и три рада из категорије M33. Додатно, кандидат је тренутно ангажован на међународном пројекту позива Европске уније, програма Хоризонт „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 користити подаци прикупљени у оквиру пројекта у сврху основе за обучавање модела машинског учења.

Истраживачки рад кандидата обухвата неколико тематски повезаних области које се директно надовезују на предложену докторску дисертацију. Кандидат је до сада применио алгоритме машинског учења за аутоматску класификацију ризика пацијената са кардиоваскуларним обољењима на основу клиничких и образовних параметара добијених из инвазивних кардиолошких снимања. Такође је радио на предиктивним моделима заснованим на регресионој анализи за процену ризика смртности пацијената оболелих од срчане инсуфицијенције, чиме је кандидат стекао искуство у анализи клиничких скупова података из области кардиологије. резултати ових истраживања публиковани су на међународним конференцијама и у часописима. Кључан допринос у контексту предложене дисертације представља рад „Automatic Coronary Artery Segmentation in X-ray Angiograms“ (ICIST, 2026), у коме су примењене методе дубоког учења за аутоматску сегментацију коронарних артерија из рендгенских ангиограма, и представља обраду једне врсте медицинских снимака. Искуство стечено у анализи и сегментацији рендгенских ангиограма пружа директну основу за пројектовање генеративних модела који треба да произведу анатомски реалистичне синтетичке снимке. Рад на кардиоваскуларним клиничким скуповима података омогућио је кандидату дубинско разумевање специфичности медицинских слика из области кардиологије, неопходно за правилно вредновање квалитета синтетичких снимака. Истраживања из области процене ризика срчане инсуфицијенције директно мотивишу потребу за већим скуповима података у кардиоваскуларној медицини, а предложена дисертација управо треба да допринесе решавању тог проблема путем аугментације података генеративним моделима.

Релевантне референце из области предложене теме докторске дисертације:

- [1] Marijana Stanojević Pirković, Ognjen Pavić, **Filip Filipović**, Igor Saveljić, Tijana Geroski, Themis Exarchos, and Nenad Filipović, (2023), Fractional flow reserve-based patient risk classification. *Diagnostics* 13, no. 21 3349. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13213349> (M21)
- [2] **Filip Filipović**, Tijana Geroski, Nenad Filipović (2026) Automatic Coronary Artery Segmentation in X-ray Angiograms. 16th International Conference on Information Society and Technology, 8th –10th March 2026, Kopaonik, Serbia (M33)

[3] Filip Filipović, Lazar Dašić, Anđela Blagojević, Ognjen Pavić, Nenad Filipović (2025) Risk of death assessment in patients suffering from heart failure using regression analysis technique. 4th Serbian International Conference on Applied Artificial Intelligence (SICAAI), 29th–30th May 2025, Zlatibor, Serbia (M33) [4] Filip Filipović, Tijana Geroski, Aleksandra Vulović, Nenad Filipović (2024) AI-Enhanced Extended Reality in Medicine. 3rd Serbian International Conference on Applied Artificial Intelligence (SICAAI), 23th–24th May 2024, Kragujevac, Serbia (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 генеративних модела вештачке интелигенције за синтезу мултимодалних медицинских снимака кардиоваскуларних обољења. Дисертација је фокусирана на развој оквира за контролисано генерисање синтетичких медицинских снимака различитих модалитета (MRI, СТ, ехокардиографија), превођење између модалитета и подршку клиничком одлучивању, чиме би се надоместио недостатак аотираних података за обучавање модела дубоког учења. Посебан акценат је стављен на процену анатомске веродостојности, безбедности и поузданости синтетичких снимака, са циљем обезбеђивања њихове одговорне примене у биомедицинским истраживањима и клиничкој пракси. Комисија оцењује да је тема научно заснована, актуелна у домену биомедицинског инжењерства и вештачке интелигенције, и да кандидат поседује потребна предзнања и истраживачко искуство за успешну реализацију предложених истраживања.
2. Подаци о кандидату
2.1. Име и презиме кандидата:
Филип Филиповић
2.2. Студијски програм докторских академских студија и година уписа:
Биоинжењеринг, 2023.
2.3. Биографија кандидата (до 1500 карактера):
Кандидат је рођен 27.05.1999. године у Крагујевцу, Република Србија. Основне академске студије на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу завршио је 2022. године, са просечном оценом 7.55. Мастер академске студије уписао је на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, на студијском програму Електротехника и рачунарство, и завршио их 2023. године са просечном оценом 8.83. Мастер рад под називом „Примена алгоритама дубоког учења у анализи 3Д слика крвних судова мозга“, под менторством др Весне Ранковић, ред. проф., одбранио је са оценом највишом оценом. Школске 2023/2024. године уписао је докторске академске студије на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, студијски програм Биоинжењеринг. Током истраживачког рада учествовао је на међународним пројектима позива Европске Уније, програма Хоризонт 2020: TeleRehaB (https://telerehab-project.eu/) и StratifyHF (https://stratifyhf.eu/). Коаутор је једног научног рада М20, 10 конференцијских радова на међународним конференцијама категорије М30. Био је на усавршавању на Универзитету у Словенији (2023) десет дана и Кини (2025) две недеље.
2.4. Преглед научноистраживачког рада кандидата (до 1500 карактера):
Кандидат је учествовао или тренутно учествује на два међународна научна пројекта:

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

Значајније публикације кандидата укључују:

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

1. Marijana Stanojević Pirković, Ognjen Pavić, **Filip Filipović**, Igor Saveljić, Tijana Geroski, Themis Exarchos, and Nenad Filipović, Fractional flow reserve-based patient risk classification, *Diagnostics*, vol. 13, no. 21, 2023, pp. 3349. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13213349>

Научни радови публиковани у часописима међународног значаја (M33):

1. **Filip Filipović**, Tijana Geroski, Nenad Filipović (2026) Automatic Coronary Artery Segmentation in X-ray Angiograms. 16th International Conference on Information Society and Technology, 8th–10th March 2026, Kopaonik, Serbia (M33)
2. **Filip Filipović**, Lazar Dašić, Andela Blagojević, Ognjen Pavić, Nenad Filipović (2025) Risk of death assessment in patients suffering from heart failure using regression analysis technique. 4rd Serbian International Conference on Applied Artificial Intelligence (SICAAI), 29th–30th May 2025, Zlatibor, Serbia (M33)
3. **Filip Filipović**, Tijana Geroski, Aleksandra Vulović, Nenad Filipović (2024) AI-Enhanced Extended Reality in Medicine. 3rd Serbian International Conference on Applied Artificial Intelligence (SICAAI), 23th–24th May 2024, Kragujevac, Serbia (M33).

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] Marijana Stanojević Pirković, , Ognjen Pavić, **Filip Filipović**, Igor Saveljić, Tijana Geroski, Themis Exarchos, and Nenad Filipović, (2023)"Fractional flow reserve-based patient risk classification." *Diagnostics* 13, no. 21: 3349. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13213349> (M21)
- [2] **Filip Filipović**, Tijana Geroski, Nenad Filipović (2026) Automatic Coronary Artery Segmentation in X-ray Angiograms. 16th International Conference on Information Society and Technology, 8th–10th March 2026, Kopaonik, Serbia (M33)
- [3] **Filip Filipović**, Lazar Dašić, Andela Blagojević, Ognjen Pavić, Nenad Filipović (2025) Risk of death assessment in patients suffering from heart failure using regression analysis technique. 4rd Serbian International Conference on Applied Artificial Intelligence (SICAAI), 29th–30th May 2025, Zlatibor, Serbia (M33)
- [4] **Filip Filipović**, Tijana Geroski, Aleksandra Vulović, Nenad Filipović (2024) AI-Enhanced Extended Reality in Medicine. 3rd Serbian International Conference on Applied Artificial Intelligence (SICAAI), 23th–24th May 2024, Kragujevac, Serbia (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

¹ Уколико публикација нема DOI број уписати ISSN и ISBN

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. Институција 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, and Nenad Filipović (2024) "SoftLungX: leveraging transfer learning with convolutional neural networks for accurate respiratory disease classification in chest X-ray images." <i>Journal of Big Data</i> 11, no. 1: 146. https://doi.org/10.1186/s40537-024-01018-0 (M21a) 2. Tijana Geroski, Djordje Jakovljević, and Nenad Filipović (2023) "Big Data in multiscale modelling: from medical image processing to personalized models." <i>Journal of Big Data</i> 10, no. 1: 72. https://doi.org/10.1186/s40537-023-00763-y (M21a) 3. Tijana Šušteršič, Vesna Ranković, Vladimir Milovanović, Vojin Kovačević, Lukas Rasulić, and Nenad Filipović (2022) "A deep learning model for automatic detection and classification of disc herniation in magnetic resonance images." <i>IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics</i> 26, no. 12 : 6036-6046. https://doi.org/10.1109/JBHI.2022.3209585 (M21a) 4. Anđela Blagojević, Tijana Šušteršič, Ivan Lorencin, Sandi Baressi Šegota, Nikola Anđelić, Dragan Milovanović, Danijela Baskić et al. (2021) "Artificial intelligence approach towards assessment of condition of COVID-19 patients-Identification of predictive biomarkers associated with severity of clinical condition and disease progression." <i>Computers in biology and medicine</i> 138: 104869. https://doi.org/10.1016/j.compbimed.2021.104869 (M21) 5. Tijana Šušteršič, Vesna Ranković, Miodrag Peulić, and Aleksandar Peulić (2019) "An early disc herniation identification system for advancement in the standard medical screening procedure based on Bayes theorem." <i>IEEE journal of biomedical and health informatics</i> 24, no. 1: 151-159. https://doi.org/10.1109/JBHI.2019.2899665 (M21a)
3.6. Списак три 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. Panayides, A. S., Chen, H., Filipovic, N. D., Geroski, T., Hou, J., Lekadir, K., ... & Pattichis, M. S. (2026). Position paper: Artificial intelligence in medical image analysis: Advances, clinical translation, and emerging frontiers. <i>IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics</i>. Print ISSN: 2168-2194, Electronic ISSN: 2168-2208, https://doi.org/10.1109/JBHI.2025.3649496 (M21a) 2. Filipović, N., Saveljić, I., Geroski, T., Tomašević, S., Milošević, M., Milićević, B., Prodanović, M., Mijailović, S., Kojić, M. (2025). Heart Modeling, In Silico Clinical Trials. <i>Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics</i>, Vol. 19, No. 1. DOI: 10.24874/jsbcm.2025.19.01.17. (M23)

3.	Geroski, T., Jakovljević, D., & Filipović, N. (2023). Big Data in multiscale modelling: from medical image processing to personalized models. Journal of Big Data, vol. 10, pp. 1-22. ISSN: 2196-1115, https://doi.org/10.1186/s40537-023-00763-y (M21a)
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.	Институција 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 три 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.	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 Филипу Филиповићу одобри израда докторске дисертације, уз измену наслова. Нови наслов докторске дисертације за који се предлаже одобрење израде гласи: „Развој мултимодалних генеративних оквира вештачке интелигенције за синтезу, превођење и анализу кардиоваскуларних медицинских слика и подршку клиничком одлучивању“[назив теме] Комисија предлаже да се за ментора ове докторске дисертације именује, др Тијана Героски, доцент, Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

Чланови комисије:



др Весна Ранковић, редовни професор
Факултет инжењерских наука, Универзитет у
Крагујевцу

Машинско инжењерство/Аутоматика и
мехатроника, Примењена информатика и
рачунарско инжењерство

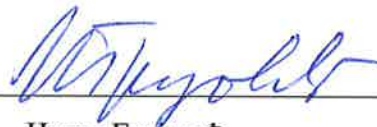
Председник комисије



др Гордана Јовичић, редовни професор
Факултет инжењерских наука, Универзитет у
Крагујевцу

Машинско инжењерство/Примењена механика

Члан комисије



др Ненад Грујовић, редовни професор
Факултет инжењерских наука, Универзитет у
Крагујевцу

Машинско инжењерство/Примењена механика,
Примењена информатика и рачунарско
инжењерство

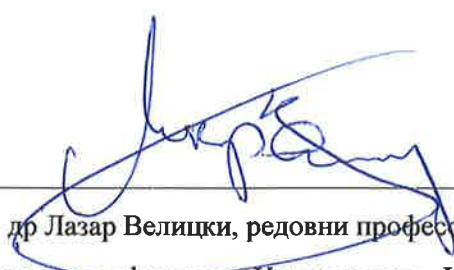
Члан комисије



др Велибор Исаиловић, ванредни професор
Факултет инжењерских наука, Универзитет у
Крагујевцу

Машинско инжењерство/Информационе технологије

Члан комисије



др Лазар Велички, редовни професор

Медицински факултет, Универзитет у Новом
Саду

Медицинске науке/Хирургија (кардиохирургија)

Члан комисије