

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА У
КРАГУЈЕВЦУ**

Предмет: Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидаткиње
Тијане Шуштершич, мастер инжењера машинства

Одлуком Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу број IV-04-518/19 од 12.07.2022. године, на предлог Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу (одлука бр. 01-1/2175-8 од 07.07.2022. године), именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације, у ужој научној области Примењена информатика у инжењерству, кандидаткиње Тијане Шуштершич, мастер инжењера машинства, под насловом:

**„ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АЛГОРИТАМА ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ У
ОБРАДИ БИОМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛА КАО ПОДРШКА ОДЛУЧИВАЊУ У
ДИЈАГНОСТИЦИ БОЛЕСТИ КИЧМЕНОГ СТУБА“**

На основу увида у приложену докторску дисертацију и Извештаја комисије за оцену подобности кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације, која је одобрена за израду Одлуком Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу бр. 01-1/1311-8 од 21.05.2020. године и одлуком Већа за техничко-технолошке науке бр IV-04-569/19 од 09.09.2020. године, а на основу Правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу, Комисија подноси Наставно-научном већу следећи:

ИЗВЕШТАЈ

1. Опис докторске дисертације

Докторска дисертација кандидаткиње Тијане Шуштершич, мастер инж. маш. под насловом „Имплементација алгоритама вештачке интелигенције у обради биомедицинских сигнала као подршка одлучивању у дијагностици болести кичменог стуба“, представља резултат оригиналног мулти-дисциплинарног научно-истраживачког рада кандидаткиње у областима вештачке интелигенције, машинског учења, машинског, али и електротехничког инжењерства, а односи се на обраду биомедицинских сигнала и

аутоматизацију процеса анализе слика и сигнала са сензора.

У оквиру дисертације је развијен систем за подршку одлучивању који има задатак да помогне лекарима како у погледу тачности успостављања дијагнозе, тако и по питању брзине доношења одлуке. Са једне стране, извршена је анализа снимака са магнетне резонанце и предложен је аутоматизовани приступ у дијагностици херније лумбалног диска коришћењем МР слика у аксијалној и сагиталној равни. С друге стране, анализирани су сигнали ослањања снимљени мерном платформом, који су требали да ухвате феномен слабости мишића стопала, који потиче од притиска нерва у кичменом каналу услед херније. На снимљеним сигнаlima примењени су различити класификациони алгоритми (логистичка регресија, стабло одлучивања, случајне шуме, наивни Бајес, метода потпорних вектора, К најближих суседа), заједно са различитим методама нормализације, у сврху дијагностиковања дискус херније на нивоима L4/L5 или L5/S1, на левој или десној страни или детектовања здраве особе без херније.

На крају извршено је поређење добијених резултата модела са златним стандардом, дефинисаним кроз експертско мишљење, односно дијагнозу лекара, са експерименталним мерењима, као и са резултатима из литературе. Сви модели су постигли тачност која је већа у односу на постојеће резултате најновијих истраживања, а представљају и напредак у односу на аспект сложености проблема истраживања (вишекласна класификација у две равни). Главна предност примењене методологије и дизајнираног система је стварање јединственог и неинвазивног система који може да постигне специфичну дијагностику болести ван болнице, смањујући време чекања и служи као систем подршке лекарима у доношењу одлука.

2. Значај и допринос докторске дисертације са становишта актуелног стања у одређеној научној области

Синдром бола у доњем делу леђа један је од најчешћих здравствених проблема данашњице. Процењује се да ће око 80% људи доживети лумбални бол барем једном у животу. Због тога је овај синдром постао један од највећих јавно-здравствених проблема, јер представља најчешћи узрок продужених боловања и изостанака са радног места радно способног становништва. Поред неоспорно огромног здравственог проблема, лумбална дискус хернија представља и социо-економски проблем који озбиљно оптерећује здравствени и социјални буџет државе услед настанка медицинских трошкова и боловања.

Локализација лумбалног диска представља изазован задатак, пре свега због резолуције слика, присуства шума и разлика у величини, облику и изгледу пршљенова и дискова. Овај изазов је посебно видљив када се ради о проблему дијагностике нивоа и стране дискус херније. У претходним истраживањима других аутора, као и радова кандидаткиње, закључено је да примена дубоког учења има предност у односу на традиционалне алгоритме сегментације. Једноставне функције за издвајање региона од интереса не постоје, тако да аутоматизација процеса сегментације и класификације у медицинским сликама представља својеврстан изазов за истраживаче.

Значајан број истраживача глобално се бави аутоматском детекцијом болести

кичме на сликама магнетне резонанце. Нагли пораст броја објављених радова последњих година показује да се вештачка интелигенција све више користи за проучавање проблема везаних са проблемима кичме, посебно у радиографији, али и у другим областима, као што је предвиђање исхода лечења. Објављени резултати су обећавајући, посебно они добијени коришћењем метода вештачке интелигенције, а која може прецизно и са великом поновљивошћу детектовати болести кичме на сликама магнетне резонанце. Међутим, све ове методе су углавном полуаутоматске, јер захтевају интеракцију корисника и стручњака за постављање почетних контура/услова, ручно издвајање карактеристика итд. Такође, не постоје истраживања која се баве предлагањем новог система са детекцију дискус херније, поред обраде слика са магнетне резонанце. Наведена ограничења других студија могу се превазићи само систематским приступом, детаљном анализом и применом вештачке интелигенције у обради биомедицинских сигнала.

Методологија развијена у оквиру дисертације заснива се на развоју модела вештачке интелигенције за аутоматско откривање херније интервертебралног диска, као и њена класификација. Важност приступа лежи у коришћењу дубоког учења као гране вештачке интелигенције за аутоматизацију процеса анализе медицинских слика, смањењу времена за успостављање дијагнозе и обезбеђивање високе тачности и поновљивости резултата. Све наведено поставља добру основу за развој метода за аутоматско откривање дискус херније обрадом различитих биомедицинских сигнала (МРИ слике, читавања сензора, итд.). У оквиру докторске дисертације су испитана два најчешћа модалитета дијагностиковања дискус херније – магнетна резонанца и неуролошки преглед пацијента. Предложене су дубоке конволуционе неуронске мреже које се најчешће користе када се идентификују обрасци на медицинским сликама. Уколико је број слика велики, дубоке конволуционе мреже могу да науче да аутоматски издвоје релевантне обрасце из тренинг узорака за дати проблем прилагођавањем својих тежинских коефицијената. Други предложен приступ је анализа сигнала скупљених помоћу платформе са сензорима за објективно мерење силе ослањања и класификација нивоа и стране диск херније на основу измерених вредности сигнала. Као резултат представљене методологије и резултата дисертације, предложени компјутерски систем може помоћи у генерисању дијагностичких резултата брзо и са високом тачношћу. Поред тога, елиминисање људских грешака узрокованих умором и другим потенцијалним грешкама може се побољшати овом технологијом. Овакве методе вештачке интелигенције представљају својеврстан систем за подршку при одлучивању и дијагностику лумбалне дискус херније. Поред истраживаних метода, такође су испитани потенцијали имплементације неких од алгоритама на ФПГА чиповима, као и анализа тродимензионалних модела кичме са и без дискус херније, методом коначних елемената.

Због свега наведеног, Комисија сматра да резултати и закључци ове дисертације отварају простор и правце за даља истраживања у овој научној области, јер спроведена анализа и развијена методологија имају велики потенцијал и могу допринети већој и значајнијој практичној примени технологија за аутоматску анализу биомедицинских сигнала.

3. Оцена да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата у одговарајућој научној области

Докторска дисертација кандидаткиње Тијане Шуштершич, мастер инжењера машинства, под насловом „Имплементација алгоритама вештачке интелигенције у обради биомедицинских сигнала као подршка одлучивању у дијагностици болести кичменог стуба“ представља резултат научно-истраживачког рада кандидата у актуелној научној области. На основу резултата теоријских истраживања и резултата приказаних у докторској дисертацији добијених на основу имплементације различитих алгоритама и анализе биомедицинских сигнала, може се закључити да дисертација представља оригинални научни рад. Кандидаткиња је детаљно анализирала доступне литературне изворе из разматране области. Утврдила је ограничења постојећих студија, пре свега да се МРИ снимци не могу користити као једини извор за доношење одлука у дијагностици болести кичменог стуба.

Саставни део савремене медицинске дијагностичке праксе представља снимање кичменог ступа, са циљем да се процени стање пацијента, побољша ефикасност лечења, изврши планирање за евентуалну хируршку интервенцију итд. У сврхе медицинске дијагностичке праксе, као улазни податак се најчешће користе медицинске слике са магнетне резонанце. Мануелна анотација региона од интереса, која је стандардна медицинска процедура, показала је велику варијабилност и лошу поновљивост. Поред магнетне резонанце, статички и динамички тестови мишићне функције су други тест који се користи у дијагностици и обухватају преглед плантарне и дорзалне флексије прстију и стопала. Лекар испитује јачину мишића пацијента тако што врши притисак на пете и прсте стопала. Показано је да је овакав вид испитивања субјективан, као и да је коришћена скала недовољно осетљива.

На основу детаљног прегледа и анализе научних радова из области докторске дисертације може се закључити да постоје значајне фундаменталне разлике у односу на друга научна истраживања, па је у том смислу докторска дисертација оригинална.

У дисертацији је развијен методолошки приступ за аутоматизовани приступ у дијагностици херније лумбалног диска коришћењем МРИ слика у аксијалној и сагиталној равни. Предложена методологија се састојала од неколико корака: (1) аутоматска детекција и сегментација L4/L5 и L5/S1 кичмених дискова користећи U-net конволуциону неуронску мрежу, (2) додатно процесирање добијених сегментисаних дискова које је између осталог укључивало повећање контраста региона од интереса, као и издвајање дела слика на основу граничног оквира, (3) класификација коришћењем конволуционе неуронске мреже у одговарајуће класе (здрава, испупчена, централна, десна или лева хернија за аксијалну раван и здрав, L4/L5, L5/S1 ниво херније у сагиталној равни). Резултати ове дисертације су показали вредности тачности које су биле приближно исте као у литературним изворима, или чак и боље, обзиром да се ради о класификацији у више класа, што није случај у литератури. Други део дисертације представљао је развијање методологије анализе сигнала снимљених помоћу платформе за мерење силе, како би се ухватио „феномен“ слабости мишића стопала, који настаје као резултат притиска нерва услед херније. Имплементирани су различити алгоритми за класификацију (логистичка

регресија, стабло одлучивања, случајне шуме, наивни Бајес, метода потпорних вектора, К најближих суседа), укључујући и различите методе нормализације, за потребе дијагностиковања дискус херније на нивоима Л4/Л5 или Л5/С1, на левој или десној страни. Резултати су показали да нелинеарни класификатори попут стабла одлучивања или наивни Бајес показују бољу тачност у односу на друге класификаторе. Главни допринос дисертације са аспекта применљивости методологије дизајнираног система јесте стварање јединственог, јефтиног и неинвазивног система за дијагностику болести ван болнице, који би смањио време чекања и служио као систем подршке медицинском особљу у доношењу одлука. Методологија развијена у оквиру дисертације је универзална и применљива и на друге болести кичменог стуба, што ову дисертацију чини оригиналном.

Такође, имајући у виду да је:

- са аспекта оригиналности, дисертација позитивно оцењена у Оцени ментора и извештају о провери оригиналности докторске дисертације од 06.09.2022. године,
- и да је кандидаткиња из садржаја и теме дисертације до сада објавила 5 радова у часописима М20 категорије и 2 рада на међународним конференцијама М30 категорије,

може се закључити да је дисертација резултат оригиналног научног рада кандидаткиње Тијане Шуштершич, мастер инжењера машинства.

4. Преглед остварених резултата кандидаткиње у одређеној области

4.1. Биографија кандидаткиње

Кандидаткиња Тијана Шуштершич рођена је 31.05.1993. године у Крагујевцу, Република Србија. Основну школу „Мома Станојловић“, у Крагујевцу, завршила је 2008. године, као носилац Вукове дипломе. Након завршетка основне школе уписала је Прву крагујевачку гимназију, природно-математички смер, коју је завршила 2012. године, такође као носилац Вукове дипломе.

Основне академске студије на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу уписала је 2012. године, а завршила 2015. године, на смеру за Примењену механику и аутоматско управљање, са просечном оценом у току студија 10,00 (десет и 00/100). Након завршетка основних академских студија, 2015. године уписала је мастер академске студије на Факултету инжењерских наука, смер Машинско инжењерство, модул Примењена механика и аутоматско управљање. Мастер академске студије завршила је 2017. године са просечном оценом 10,00 (десет и 00/100). Основне и мастер академске студије завршила је као студент генерације.

Током основних и мастер академских студија била је стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја за изузетно надарене ученике и студенте, као и Фонда за младе таленте „Доситеја“. Током мастер академских студија била је и стипендиста Истраживачко развојног центра за биоинжењеринг (BioIRC), где је након завршетка студија засновала радни однос.

Најпре је била запослена на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу као истраживач приправник од јула 2017. године на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије ОИ174028 „Методe моделирања на више скала са применама у биомедицини“.

Докторске академске студије је уписала школске 2017/2018. године, на Факултету инжењерских наука, Универзитета у Крагујевцу. Положила је све предмете предвиђене планом и програмом, са просечном оценом 10.

Одлуком Наставно-научног већа број 01-1/180-20 од 24.01.2019. године Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу изабрана је у звање асистент, а радни однос на истом факултету засновала је марта 2019. године. Учествоје у реализацији наставе на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу на предметима: Рачунарски алати, Експертски системи, Компјутерска графика, Софтверски инжењеринг, Биоинжењеринг и биоинформатика, Рачунарска графика, Вештачка интелигенција, Интелигентно управљање, Аутоматско управљање, Неуронске мреже, Системи за подршку одлучивању, Виртуелна реалност.

У оквиру истраживања учествовала је на неколико билатералних пројеката, пројеката финансираних у оквиру COST програма, Horizont2020 (SGABU (бр. 952603), SILICOFCM (бр. 777204), PANBIORA (бр. 760921)) и CEI пројекту COVIDAI (бр. 305.6019-20). У оквиру ових пројеката се усавршавала кроз краће и дуже боравке у иностранству. Једна је од добитница Програма Националних стипендија L'Oréal – UNESCO „За жене у науци“ за 2021. годину. Објавила је 2 поглавља у монографијама категорије M11, као и преко 60 научних радова презентованих на међународним конференцијама (категорије M33 и M34), радове објављене у међународним часописима (категорије M20), као и радове у националним часописима (категорије M50).

4.2. Референце кандидаткиње

Кандидаткиња је до сада као аутор или коаутор објавила укупно **64** научно-истраживачка рада. Објављени радови кандидаткиње су:

Поглавље у монографијама M11 – категорија M13

1. Filipovic, N., Nikolic, M., **Sustersic, T.** (2020). Simulation of organ-on-a-chip systems, Book: Biomaterials for Organ and Tissue Regeneration – New Technologies and Future Prospects (ed. Nihal Vrana, Helena Knopf-Marques and Julien Barthes), Elsevier, Chapter 28, pp. 753-790. ISBN: [9780081029060](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819583-3.00008-4)
2. **Sustersic, T.**, Filipovic, N. (2020). Computational modelling of dry powder inhalers for pulmonary drug delivery, Book: Computational Modeling in Bioengineering and Bioinformatics (ed. Filipović, N), Elsevier, Chapter 8, pp. 257-288, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819583-3.00008-4>

Поглавље у књизи:

1. **Šušteršič, T.**, Kovačević, V., Ranković, V., Rasulić, L., & Filipović, N. (2022). Computational Modelling and Machine Learning Based Image Processing in Spine Research. In *Personalized Orthopedics* (pp. 441-501). Springer, Cham.

Рад у врхунском међународном часопису – категорија M21

1. **Šušteršič, T.**, Simsek, G. M., Guven Yapıcı, G., Nikolić, M., Vulović, R., Filipovic, N., Vrana N. E. (2021). An In-silico Corrosion for Biomedical Applications for Coupling With In Vitro Biocompatibility for Estimation of Long-term Effects, *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. Vol. 9, article 718026. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.718026>
2. Ignjatović, J., **Šušteršič, T.**, Bodić, A., Cvijić, S., Đuriš, J., Rossi, A., ... & Filipović, N. (2021). Comparative Assessment of In Vitro and In Silico Methods for Aerodynamic Characterization of Powders for Inhalation. *Pharmaceutics*, vol. 13, no. 11, pp. 1831. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics13111831>
3. **Šušteršič, T.**, Blagojević, A., Cvetković, D., Cvetković, A., Lorencin, I., Baressi Šegota, S., Milovanović, D., Baskić, D., Car, Z., Filipović, N. (2021). Epidemiological Predictive Modeling of COVID-19 Infection: Development, Testing, and Implementation on the Population of the Benelux Union. *Frontiers in Public Health*. Vol. 9, pp. 1567. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.727274>
4. Blagojević, A., **Šušteršič, T.**, Lorencin, I., Baressi Šegota, S., Anđelić, N., Milovanović, D., Baskić, D., Baskić, D., Zdravković Petrović, N., Sazdanović, P., Car, Z., Filipović, N. (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. *Computers in Biology and Medicine*. Vol. 138, pp. 104869. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2021.104869>
5. Musulin, J., Baressi Šegota, S., Štifanić, D., Lorencin, I., Anđelić, N., **Šušteršič, T.**, Blagojević, A., ... & Markova-Car, E. (2021). Application of Artificial Intelligence-Based Regression Methods in the Problem of COVID-19 Spread Prediction: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 18 no. 8, pp. 4287. <https://doi.org/10.3390/ijerph18084287>
6. Anđelić, N., Baressi Šegota, S., Lorencin, I., Jurilj, Z., **Šušteršič, T.**, Blagojević, A., ... & Car, Z. (2021). Estimation of COVID-19 Epidemiology Curve of the United States Using Genetic Programming Algorithm. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 18 no. 3, pp. 959. <https://doi.org/10.3390/ijerph18030959>
7. Lorencin, I., Baressi Šegota, S., Anđelić, N., Blagojević, A., **Šušteršič, T.**, Protić, A., ... & Car, Z. (2021). Automatic Evaluation of the Lung Condition of COVID-19 Patients Using X-ray Images and Convolutional Neural Networks. *Journal of Personalized Medicine*, vol. 11, no. 1, pp. 28. <https://doi.org/10.3390/jpm11010028>
8. **Šušteršič, T.**, Milovanović, V., Ranković, V., & Filipović, N. (2020). A comparison of classifiers in biomedical signal processing as a decision support system in disc hernia diagnosis. *Computers in Biology and Medicine*, vol. 125, 103978. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2020.103978>,

9. **Šušteršič T.**, Ranković V., Peulić M., Peulić A., (2020). An Early Disc Herniation Identification System for Advancement in the Standard Medical Screening Procedure based on Bayes Theorem, *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, vol. 24, no. 1, pp. 151-159. ISBN: 2168-2194, doi: [10.1109/JBHI.2019.2899665](https://doi.org/10.1109/JBHI.2019.2899665)
10. Madžarević M., Medarević Đ., Vulović A., **Šušteršič T.**, Djuris J., Filipović N., Ibrić S., (2019). Optimization and prediction of ibuprofen release from 3D DLP printlets using artificial neural networks, *Pharmaceutics*, vol. 11, no. 10, pp. 544, ISSN: 1999-4923, <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics11100544>, (**kategoriya M21a**)
11. Nikolic, M., **Sustersic, T.** and Filipovic, N., (2018). In vitro models and on-chip systems: Biomaterial interaction studies with tissues generated using lung epithelial and liver metabolic cell lines. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, vol. 6, p. 120. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2018.00120>
12. Vulović A., **Šušteršič T.**, Cvijić S., Ibrić S., Filipović N., (2017). Coupled in silico platform: Computational Fluid Dynamics (CFD) and Physiologically-Based Pharmacokinetic (PBPK) modelling, *European Journal of Pharmaceutical Sciences (EJPS)*, Vol. 113, pp. 171-184, ISSN: 0928-0987, doi: [10.1016/j.ejps.2017.10.022](https://doi.org/10.1016/j.ejps.2017.10.022)

Рад у међународном часопису – категорија M23

1. **Šušteršič, T.**, Peulić, M., & Peulić, A. (2021). FPGA implementation of fuzzy medical decision support system for disc hernia diagnosis. *Computer Science and Information Systems*, 18(3), 619-640
2. Peulić, M., Joković, M., **Šušteršič, T.**, & Peulić, A. (2020). A Noninvasive Assistant System in Diagnosis of Lumbar Disc Herniation. *Computational and mathematical methods in medicine*, Volume 2020, Article ID 6320126, 8 pages, <https://doi.org/10.1155/2020/6320126>
3. **Sustersic, T.** and Peulic, A., (2019). Implementation of Face Recognition algorithm on Field Programmable Gate Array (FPGA). *Journal of Circuits, Systems and Computers*. Vol. 28, no. 08, 1950129, <https://doi.org/10.1142/S0218126619501299>,
4. Peulić, A., **Šušteršič, T.**, & Peulić, M. (2019). Non-invasive improved technique for lumbar discus hernia classification based on fuzzy logic. *Biomedical Engineering/Biomedizinische Technik, De Gruyter*, vol. 64, no. 4, pp. 421-428. <https://doi.org/10.1515/bmt-2018-0013>,
5. **Šušteršič, T.**, Liverani, L., Boccaccini, A. R., Savić, S., Janićijević, A., & Filipović, N. (2018). Numerical simulation of electrospinning process in commercial and in-house software PAK. *Materials Research Express*, vol. 6, no. 2, 025305. <https://doi.org/10.1088/2053-1591/ae08>

Рад у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком – категорија M24

1. Ferouka I., **Šušteršič T.**, Živanović M., Filipović N., (2018). Mathematical Modelling of Polymer Trajectory During Electrospinning, *Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics*. Vol. 12, No. 2, pp. 17-38, doi: [10.24874/jsscm.2018.12.02.02](https://doi.org/10.24874/jsscm.2018.12.02.02)

Саопштење са међународног скупа штампано у целини – категорија М33

1. **Šušteršič T.**, Ranković, V., Milovanović, V., Kovačević, V., Rasulić, L., Filipović, N. (2022). Detecting Disc Herniation in Segmented Lumbar Spine Magnetic Resonance Images using Distinct Features, 12th International Conference on Information Society and Technology (ICIST), Kopaonik, Serbia, 13-16 March 2022, Proceedings of the 12th International Conference on Information Society and Technology
2. Blagojević, A., **Šušteršič, T.**, Filipović, N. (2022). Simulation of Atherosclerotic Plaque Development using Agent-based Modelling, 12th International Conference on Information Society and Technology (ICIST), Kopaonik, Serbia, 13-16 March 2022, Proceedings of the 12th International Conference on Information Society and Technology
3. Mitrevski, N., Ilić, Đ., Marković, J., **Šušteršič T.**, Živić, F., Grujović, N., Filipović, N. (2022). SMART2M Digital Platform as the Communication Channel for Academia – Industry Collaboration, 12th International Conference on Information Society and Technology (ICIST), Kopaonik, Serbia, 13-16 March 2022, Proceedings of the 12th International Conference on Information Society and Technology
4. **Šušteršič, T.**, Ranković, V., Kovačević, V., Milovanović, V., Rasulić, L., Filipović, N. (2021). Machine Learning-based Image Processing in Support of Discus Hernia Diagnosis, The 21st IEEE International Conference on BioInformatics and BioEngineering (BIBE 2021), Kragujevac, Serbia, 25-27 October
5. Blagojević, A., **Šušteršič, T.** Filipović, N. (2021). Epidemiological forecasting of COVID-19 infection using deep learning approach, The 21st IEEE International Conference on BioInformatics and BioEngineering (BIBE 2021), Kragujevac, Serbia, 25-27 October **BEST STUDENT PAPER AWARD**
6. Nikolić, M. **Šušteršič, T.** Filipović, N. (2021). Numerical Simulation of Sedimentation Process using Mason-Weaver Equation, The 21st IEEE International Conference on BioInformatics and BioEngineering (BIBE 2021), Kragujevac, Serbia, 25-27 October
7. Ignjatović, J., **Šušteršič, T.**, Cvijić, S., Bodić, A., Đuriš, J., Ibrić, S., Filipović, N. (2021). Comparative Assessment of Computational vs. In Vitro Methods for the Estimation of Dry Powders for Inhalation Emitted Fraction, The 21st IEEE International Conference on BioInformatics and BioEngineering (BIBE 2021), Kragujevac, Serbia, 25-27 October
8. Ignjatović, J., **Šušteršič, T.**, Cvijić, S., Bodić, A., Đuriš, J., Ibrić, S., Filipović, N. (2021). Computational vs. In Vitro Approach to Predict Aerodynamic Performance of Dry Powders for Inhalation, 1st International Conference on Chemo and Bioinformatics (ICCBKIG), October 26-27, Kragujevac, Serbia.
9. **Šušteršič, T.**, Blagojević, A., Cvetković, D., Cvetković, A., Lorencin, I., Šegota, S., Car, Z., Filipović, N. Epidemiological predictive modelling of COVID-19 spread. 8th Interantional Congress of Serbian Society of Mechanics, Kragujevac, Serbia, June 28-30, 2021, pp. 413-414
10. **Šušteršič T.**, Blagojević, A., Simović, S., Velicki, L., Filipović, N. (2021). Automatic Detection of Cardiomyopathy in Cardiac Left Ventricle Ultrasound Images, 11th International

Conference on Information Society and Technology (ICIST), Kopaonik, Serbia, 7-11 March 2021, Proceedings of the 11th International Conference on Information Society and Technology, ISBN: 978-86-85525-24-7, ISSN (Online) 2738-1447, <https://www.eventiotic.com/eventiotic/conference/icist2021>

11. **Sustersic, T.**, Anic, M., Filipovic, N. (2020). Heart left ventricle segmentation in ultrasound images using deep learning, 20th IEEE MEDITERRANEAN ELEKTROTECHNICAL CONFERENCE, IEEE MELECON 2020, 15-18 June 2020 (Virtual conference), pp. 321-324
12. **Šušteršič, T.**, Nikolić, M., Vulović, R., Vrana, N.E. and Filipović, N. (2020). Use of Lung and Liver Computer Modeling in Preclinical Practice, VPH2020 Conference, Paris, 26-28 August 2020 (Virtual conference), pp. 264-265
13. **Sustersic, T.**, Rankovic, V., & Filipovic, N. (2019). Development of a user-friendly application for DICOM image segmentation and 3D visualization of a brain tumor. IEEE 19th International Conference on Bioinformatics and Bioengineering (BIBE), 28 – 30 October 2019, Athens, Greece, pp. 507-510, ISBN:978-1-7281-4618-8
14. **Sustersic, T.**, Nikolic, M., Vrana, N. E., & Filipovic, N. (2019). Discrete Modelling of Liver Cell Aggregation Using Partial Differential Equations. International Conference on Medical and Biological Engineering (pp. 379-384). 16–18 May 2019, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, Springer, Cham. ISBN 978-3-030-17971-7
15. **Šušteršič, T.**, Šimšek G. M, Vrana, N. E., Filipović, N. (2019) Computational Modelling of Corrosion Process in Medical Implant Surfaces, 7th International Congress of Serbian Society of Mechanics, Sremski Karlovci, Serbia, 24 – 26 June 2019, pp. 180-182, ISBN: 978-86-909973-7-4
16. **Šušteršič T.**, Vulovic A., Cekerevac I., Susa R., Baumann S., Zisaki A., Braojos R., Rincón F., Murali S., Filipovic N. (2018). Automatic Sleep Apnea/Hypopnea Detection based on Nasal Airflow Signal, 8th International Conference on Information Society and Technology (ICIST), Kopaonik, Serbia, 11-14 March 2018, pp. 206-211
17. **Šušteršič T.**, Peulić A., Peulić M., Filipović N. (2018). User Friendly Two- and Three-Dimensional Brain Tumor Visualization, IEEE Conference on Biomedical and Health Informatics (BHI) and the IEEE Conference on Body Sensor Networks (BSN), Las Vegas, Nevada, USA, 4-7 March 2018
18. **Šušteršič T.**, Vulović A., Cvijić S., Ibrić S., Filipović N. (2017). Effect of Circulation Chamber Dimensions on Aerosol Delivery Efficiency of a Commercial Dry Powder Inhaler Aerolizer®, IEEE 17th International Conference on Bioinformatics and BioEngineering (BIBE 2017), 23 – 25 October, Washington D.C., USA, pp. 555-558, ISBN 978-1-5386-1324-5,
19. Vulović A., **Šušteršič T.**, Filipović N., (2017). Finite Element Analysis of Femoral Implant Under Static Load, IEEE 17th International Conference on Bioinformatics and BioEngineering (BIBE 2017), 23 – 25 October, Washington D.C., USA, pp. 559-562, ISBN 978-1-5386-1324-5

20. **Šušteršič T.**, Vulović A., Cvijić S., Ibrić S., Filipović N., (2017). Simulation of Aerosol Particle Flow Through Dry Powder Inhaler Aerolizer®, 4th South-East European Conference on Computational Mechanics and ECCOMAS Special Interest Conference- SEECCM 2017, Kragujevac, Serbia, 3 – 5 July 2017, pp. 52-60, ISBN: 978-86-921243-0-3
21. Vulović A., **Šušteršič T.**, Filipović N., (2017). Finite Element Analysis of Femur During Gait Cycle, 4th South-East European Conference on Computational Mechanics and ECCOMAS Special Interest Conference- SEECCM 2017, Kragujevac, Serbia, 3 – 5 July 2017, pp. 52-60, ISBN: 978-86-921243-0-3
22. **Šušteršič T.**, Peulić M., Filipović N., Peulić A. (2015). Application of active contours method in assessment of optimal approach trajectory to brain tumor, IEEE 15th International Conference on BioInformatics and BioEngineering (BIBE 2015), 2 – 4 November 2015, Belgrade, Serbia, pp. 187-190, ISBN: 978-1-4673-7984-7
23. **Šušteršič T.**, Mijailović N., Milanković I., Filipović N., Peulić A. (2015). Segmentation and Three-Dimensional Visualization of Brain Tumor and Possibility of Mapping Such Algorithms on High Performance Reconfigurable Computers, 5th International Conference on Information Society and Technology (ICIST 2015), 8 -11 March 2015, Kopaonik, Serbia, pp. 455-459, ISBN: 978-86-85525-16-2

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу- категорија М34

1. **Šušteršič, T.**, Blagojević, A., Milićević, B., Milošević, M., Filipović, N. (2022). Towards Fully Automated 3D Reconstruction of Heart – Segmentation and Parametric Heart Model of Patients with Cardiomyopathy, IX International Conference on Computational Bioengineering (ICCB2022), Lisbon, Portugal, 11 – 13 April 2022
2. Blagojević, A., **Šušteršič, T.**, Filipović, N. (2022). Agent-Based Model and Simulation Of Atherosclerotic Plaque Progression, IX International Conference on Computational Bioengineering (ICCB2022), Lisbon, Portugal, 11 – 13 April 2022
3. **Šušteršič, T.**, Nikolić, M., Tanase, C.E., Ghaemmaghami, A., Vrana N. E., Filipovic, N. (2021). Coupled In-Silico and In-Vitro Modelling of Hepatocyte Cell Aggregation as a Step Towards Improved Biomaterial Risk Assessment, 6th world congress of the Tissue Engineering and Regenerative Medicine International Society (TERMIS2021), abstract 616, November 15 – 19, Online, <https://termis.org/WC2021>
4. **Šušteršič T.**, Blagojević, A., Simović, S., Velicki, L., Filpović, N. (2021). Development of machine learning tool for segmentation and parameter extraction in cardiac left ventricle ultrasound images of patients with cardiomyopathy, 17th International Symposium on Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering and 5th Conference on Imaging and Visualization (CMBBE2021), Bonn, Germany, September 9, pp. 207, https://www.cmbbe-symposium.com/wp-content/uploads/2021/09/CMBBE-2021-Abstract-Book_web-1.pdf
5. **Šušteršič, T.**, Nikolić, M., Barthes, J., Vrana, N.E. and Filipović, N. (2020). In Silico Modelling of Epithelial Barrier Formation with A549 Cancerous Cell Line, 11th World Biomaterials Congress, 11 – 15 December 2020 (Virtual conference)

6. Blagojević, A., Šušteršič, T., Filipović, N. (2020). Automatic segmentation of lungs with pneumonia in X-ray images of patients with COVID-19, YOUng ResearcherS Conference 2020, YOURS 2020, 28th September 2020 (Virtual conference)
7. Šušteršič, T., Milovanović, V., Ranković, V., Filipović, N., Peulić, A. (2019). Medical Image Processing using Xilinx System Generator, 8th International Conference on Computational Bioengineering (ICCB2019), Belgrade, Serbia, 4 – 6 September 2019, pp. 90-91, ISBN: 978-86-81037-75-1
8. Nikolić, M., Šušteršič, T., Muller, C.B., Zhang, Y.S., Vrana, N.E. and Filipović, N. (2019). Monocyte Behaviour Under Perfusion Conditions for Development of Granuloma on-a-chip, TERMIS EU 2019 Conference, 27 – 31 May 2019, Rhodes, Greece
9. Šušteršič, T., Nikolić, M., Barthes, J., Vrana, N. E., Filipović, N. (2019). Coupling Experimental Data and Numerical Simulation in Modelling Epithelial Barrier Formation with A549 Cancerous Cell Line, 8th International Conference on Computational Bioengineering (ICCB2019), Belgrade, Serbia, 2019, 4 – 6 September 2019, pp. 47-48, ISBN: 978-86-81037-75-1
10. Šušteršič T., Liverani L., Boccaccini A. R., Filipović N. (2018). *Electrospinning Process Simulation for the Application in Predictive Cardiovascular Disease*, 13th World Congress on Computational Mechanics (WCCM 2018), New York City, NY, USA, July 2018, pp. 3105-3105
11. Šušteršič T., Liverani L., Boccaccini A. R., Savić S., Filipović N. (2018) *Numerical simulation of electrospinning using PAK and ANSYS software*, Belgrade BioInformatics Conference 2018 (BelBi 2018), Biologia Serbica, June 2018, 40 (1): pp. 130, ISSN 2334-6590
12. Ferouka I., Šušteršič T., Živanović M., Filipović N. (2018). *Discrete simulation of electrospinning jet's evolution*, Belgrade BioInformatics Conference 2018 (BelBi 2018), Biologia Serbica, 40 (1): pp. 107, June 2018, ISSN 2334-6590
13. Nikolić M., Šušteršič T., Saveljić I., Vrana N.E., Filipović N. (2018). *Modelling of Monocytes Behaviour inside the Bioreactor*, Belgrade BioInformatics Conference 2018 (BelBi 2018), Biologia Serbica, 40 (1): pp. 123, June 2018, ISSN 2334-6590

Рад у часопису националног значаја – категорија M52

1. Šušteršič T., Savić S., Šušteršič V. (2014). *Comparison of the pressure gradients obtained by calculation with the pressure gradients obtained by catheterization in patients with aortic valve stenosis*, Journal of Serbian Society for Computational Mechanics Vol. 8 / No. 1 / pp. 36-44, UDC: 616.132-007.271:612.14, ISBN: 1820-6530

Рад у научном часопису – категорија M53

1. Radovanović, N., Dašić, L., Blagojević, A., Šušteršič, T., Filipović, N. (2022). Carotid Artery Segmentation Using Convolutional Neural Network in Ultrasound Images, IPSI Transactions on Internet Research, vol. 18, no. 1, pp. 44-49, ISSN 1820 – 4503, <http://ipsitransactions.org/journals/papers/tir/2022jan/fullPaper.pdf>

2. Nikolić, J., Atanasijević, A., Živić, A., Šušteršič, T., Ivanović, M., Filipović, N. (2022). Development of SGABU Platform for Multiscale Modeling, *IPSI Transactions on Internet Research*, vol. 18, no. 1, pp. 50-55, ISSN 1820 – 4503, <http://ipsitransactions.org/journals/papers/tir/2022jan/fullPaper.pdf>
3. Dašić, L., Radovanović, N., Šušteršič, T., Blagojević, A., Benolić, L., Filipović, N. (2022). Patch-based Convolutional Neural Network for Atherosclerotic Carotid Plaque Semantic Segmentation, *IPSI Transactions on Internet Research*, vol. 18, no. 1, pp. 56-61, ISSN 1820 – 4503, <http://ipsitransactions.org/journals/papers/tir/2022jan/fullPaper.pdf>
4. Blagojević, A., Šušteršič, T., Lorencin, I., Šegota, S. B., Milovanović, D., Baskić, D., ... & Filipović, N. (2021). Combined machine learning and finite element simulation approach towards personalized model for prognosis of COVID-19 disease development in patients. *EAI Endorsed Transactions on Bioengineering and Bioinformatics*, vol. 1, no. 2, e6. <http://dx.doi.org/10.4108/eai.12-3-2021.169028>
5. Šegota, S. B., Lorencin, I., Anđelić, N., Štifanić, D., Musulin, J., Vlahinić, S., Šušteršič, T., Blagojević, A., Car, Z. (2021). Automated Pipeline for Continual Data Gathering and Retraining of the Machine Learning-Based COVID-19 Spread Models. *EAI Endorsed Transactions on Bioengineering and Bioinformatics*, vol. 21, no. 3, e2. <http://dx.doi.org/10.4108/eai.4-5-2021.169582>
6. Filipović N., Šušteršič T., Vulović A., Tsuda A., (2019). *Big Data and machine learning: new frontier in lung cancer care*, Shanghai Chest, vol 3, no. 51, pp. 1-11, ISSN: 2521-3768 doi: <http://dx.doi.org/10.21037/shc.2019.07.11>,
7. Šušteršič T., Vulović A., Filipović N., Peulić A. (2018). *FPGA Implementation of Face Recognition Algorithm*, Research Article in Pervasive Computing Paradigms for Mental Health. Selected Papers from MindCare 2016, Fabulous 2016, and IioT 2015, pp. 93-99 <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-74935-8>
8. Vulović A., Šušteršič T., Peulić A., Filipović N., Ranković V. (2018). *Comparison of Different Neural Network Training Algorithms with Application to Face Recognition Problem*, *EAI Endorsed Transactions on Industrial Networks and Intelligent Systems*, Volume 4 / Issue 12/ pp. 1-5, <http://dx.doi.org/10.4108/eai.10-1-2018.153550>

4. Оцена испуњености обима и квалитета у односу на пријављену тему

Докторска дисертација кандидаткиње Тијане Шуштершич, мастер инжењера машинства, под насловом „Имплементација алгоритама вештачке интелигенције у обради биомедицинских сигнала као подршка одлучивању у дијагностици болести кичменог стуба“ одговара по садржају теми прихваћеној од стране Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу бр. 01-1/1311-8 од 21.05.2020. године и Већа за техничко-технолошке науке бр IV-04-569/19 од 09.09.2020. године. Наслов докторске дисертације, урађена истраживања, као и циљеви проучавања су у складу са онима који су наведени у пријави теме.

Дисертација је написана на 163 стране, садржи 73 слике и 34 табеле, а цитирано је 179 библиографских јединица.

Дисертација је организована у 9 поглавља, литература и прилози односно:

1. Уводна разматрања;
2. Анатомија кичменог стуба и процес дегенерације дискова;
3. Преглед досадашњих истраживања;
4. Теоријска разматрања;
5. Развој за обраду биомедицинских сигнала у дијагностици болести кичменог стуба;
6. Резултати анализе и креирање система за подршку одлучивању;
7. Имплементација алгоритама за дијагнозу дискус херније на ФПГА чипу;
8. Нумеричка анализа оптерећења интервертебралног диска;
9. Закључна разматрања;

Литература;

Прилози.

Поглавље 1 дефинише предмет и циљеве дисертације, као и почетне претпоставке. Поред тога, објашњен је научни допринос рада, као и основне предности предложене методе.

Поглавље 2 објашњава анатомију лумбалне кичме. Описани су проблеми лумбосакралне дискус херније, узроци, дијагноза и лечење ових проблема. Посебна пажња посвећена је методама заснованим на обради слика, нпр, магнетна резонанца, која представља златни стандард за дијагностику поремећаја кичме, као и мануелно тестирање мишића којим се открива слабост мишића услед укљештених нерава. Ова два модула детекције представљала су основу и мотивацију за кандидаткињу да развије методологију у оквиру докторске дисертације за успостављање објективне дијагностичке методе.

У поглављу 3, приказан је преглед постојеће литературе и описане су претходне студије које се фокусирају на обради сигнала за откривање дискус херније. Ово поглавље је подељено на два дела: претходна истраживања обраде слике магнетном резонанцом кичме и претходна истраживања у области биомедицинске обраде сигнала.

Четврто поглавље представља методологију, која је такође подељена на два дела: аутоматску сегментацију интервертебралних дискова на основу МРИ снимака и методу класификације нивоа и стране дискус херније, као и методу класификације нивоа херније интервертебралног диска засновану на издвајању атрибута сигнала са мерне платформе. У овом поглављу је такође описан коришћени експериментални мерни систем за мерење силе ослањања, сензори и комуникација са рачунаром.

У наредном поглављу (поглавље 5) приказани су резултати засновани на предложеној методи, са посебним акцентом на резултате из два, већ поменута правца

истраживања. У аутоматској анализи медицинских слика, резултати се углавном заснивају на примени конволуционих неуронских мрежа (сегментација и класификација), док се у анализи заснованој на обради сигнала, резултати базирају на имплементацији алгорита класификације, наивног Бајеса, фази логике, стабла одлучивања, логистичке регресије, методи потпорних вектора, методи случајне шуме итд. У овом поглављу добијени резултати се валидирају и упоређују са постојећом литературом и стављају у контекст објективне дијагнозе.

Поглавље 6 објашњава употребу ФПГА чипова у процесу анализе сигнала силе како би се убрзало извршавање алгоритама и концепт креирања преносиве станице која је независна од оперативног система, перформанси рачунара, те стога имплементира алгоритме на чипу. Наравно, анализа помоћу ФПГА не може бити мање тачна од резултата добијених коришћењем софтверског решења.

Поглавље 7 даје преглед нумеричких модела доступних у области симулација расподеле померања и напона у случајевима болести кичменог стуба. Описана је метода заснована на коначним елементима и упоређени су резултати добијени на моделима дискова здравих људи и пацијената са дискус хернијом.

У поглављу 8 су дата закључна разматрања резултата добијених у оквиру ове докторске дисертације, као и правци будућих истраживања.

У завршном поглављу представљен је списак литературе која је коришћена при изради докторске дисертације.

Као прилози дате су статистичке мере сензитивности, специфичности и прецизности са сваку од коришћених метода класификације (наивни Бајес, стабла одлучивања, логистичка регресија, метода потпорних вектора, метода случајних шума итд.), као и комбинација са различитим нормализационим методама (без нормализације, zscore, norm, scale, range, center).

На основу свега наведеног, Комисија сматра да докторска дисертација по обиму истраживања и квалитету добијених резултата у потпуности испуњава постављене циљеве и одговара пријављеној теми дисертације.

5. Научни резултати докторске дисертације

Кандидаткиња Тијана Шуштершич, мастер инжењер машинства, је у оквиру докторске дисертације систематизовала постојећа теоријска знања, извршила практичну имплементацију постојећих алгоритама, као и развој нових архитектура неуронских мрежа и дошла до закључака који су значајни у научном и у практичном смислу. Обавила је теоријска истраживања везана за:

- 1) постојећа истраживања у обради МРИ снимака кичменог стуба,
- 2) постојећа истраживања у обради биомедицинских сигнала ослањања,
- 3) постојећа истраживања у имплементацији алгоритама на ФПГА чипу,

на основу којих је развила оригиналну методологију за објективну медицинску

дијагностику примењену на обраду медицинских слика добијених са магнетне резонанце, као и за обраду сигнала снимљених помоћу мерне платформе са сензорима. Најважнији резултати дисертације су:

- дефинисана је нова методологија за анализу медицинских слика са магнетне резонанце за одређивање нивоа и стране дискус херније,
- имплементирани су различите архитектуре конволуционих неуронских мрежа и одређени су оптимални хиперпараметри за најбољу архитектуру,
- развијен је оригинални приступ дијагностици дискус херније заснован на детекцији мишићне слабости помоћу мерне платформе и сензора, на основу којих је извршена анализа и класификација нивоа и стране дискус херније.

Кандидаткиња је тестирала развијену методологију на биомедицинским сигнаlima (медицинским сликама и сигнаlima са сензора) и закључила је да предложени метод анализе слика има низ предности са више аспеката – врши анализу у две равни (аксијална и сагитална), решава мултикласификациони проблем на релативно малим скуповима података и постиже упоредиве или чак супериорне резултате у односу на резултате у литератури. Главни резултати докторске дисертације подржавају хипотезу да пацијенти са потврђеном хернијом диска L5/S1 имају мању вредност очитане силе на предњим прстима стопала (мања сила на левом стопалу указује на хернију диска L5/S1 са леве стране), док пацијенти дијагностиковани са болешћу L4/L5 имају нижа очитавања силе пете. Ови резултати се поклапају са неуролошким прегледом (златни стандард) који лекари врше приликом одређивања слабости мишића. Такође се показало да систем може да разликује здраве особе и субјекте са хернијом диска. Развијена методологија је универзална и може се, са врло малим адаптацијама, применити на било коју болест кичменог стуба, посебно део око анализе медицинских слика.

Поред наведених резултата, у току израде дисертације кандидаткиња је остварила значајне резултате у области имплементације алгоритама на ФПГА чипу, као корак као креирању независне и једноставне платформе за објективну дијагностику. Такође, кандидаткиња је донела закључке везане за нумеричке симулације расподеле померања и напона на моделима здравог човека и човека са дискус хернијом.

Кандидаткиња је резултате из докторске дисертације верификовала објављивањем поглавља категорије M13, два рада у врхунским међународним часописима категорије M21, три рада у међународним часописима категорије M23 и два рада на међународним конференцијама категорије M33.

6. Применљивост резултата у теорији и пракси

Резултати докторске дисертације кандидаткиње Тијане Шуштершич, мастер инжењера машинства, под насловом „Имплементација алгоритама вештачке интелигенције у обради биомедицинских сигнала као подршка одлучивању у дијагностици болести кичменог стуба“ применљиви су и корисни, како у теорији, тако и у пракси. Применом развијене методологије засноване на вештачкој интелигенцији

имплементираној на биомедицинским сигнаlima омогућава се примена система као подршка лекарима и другим медицинским стручњацима у дијагностификовању дискус херније. На овај начин могуће је извршити тачну класификацију – дијагнозу стране и нивоа дискус херније, као и открити побољшања стања након операције или физикалне терапије. Развијена методологија, креирани модели и примењене архитектуре неуронских мрежа, могу бити применљиви, са веома мало адаптације, и на другим болестима кичменог стуба.

7. Начин презентовања резултата научној јавности

Део научних резултата кандидаткиња је већ верификован објављивањем научно-стручних радова у врхунским међународним и националним научним часописима. Кандидаткиња је као непосредни резултат рада на дисертацији објавила следеће радове:

Категорија M20:

1. **Šušteršič, T., Peulić, M., & Peulić, A. (2021).** FPGA implementation of fuzzy medical decision support system for disc hernia diagnosis. *Computer Science and Information Systems*, 18(3), 619-640 (**категорија M23**).
2. **Šušteršič, T., Milovanović, V., Ranković, V., & Filipović, N. (2020).** A comparison of classifiers in biomedical signal processing as a decision support system in disc hernia diagnosis. *Computers in Biology and Medicine*, 125, 103978. (**категорија M21**)
3. **Peulić, M., Joković, M., Šušteršič, T., & Peulić, A. (2020).** A Noninvasive Assistant System in Diagnosis of Lumbar Disc Herniation. *Computational and mathematical methods in medicine*, 6320126. (**категорија M23**)
4. **Šušteršič, T., Ranković, V., Peulić, M., & Peulić, A. (2019).** An Early Disc Herniation Identification System for Advancement in the Standard Medical Screening Procedure Based on Bayes Theorem. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 24(1), 151-159. (**категорија M21**)
5. **Peulić, A., Šušteršič, T., & Peulić, M. (2019).** Non-invasive improved technique for lumbar discus hernia classification based on fuzzy logic. *Biomedical Engineering/Biomedizinische Technik*, 64(4), 421-428. (**категорија M23**)

Поглавље у књизи:

1. **Šušteršič, T., Kovačević, V., Ranković, V., Rasulić, L., & Filipović, N. (2022).** Computational Modelling and Machine Learning Based Image Processing in Spine Research. In *Personalized Orthopedics* (pp. 441-501). Springer, Cham. (**објављено поглавље, категорија M13, у процесу размарања признавања на Матичном одбору**)

Категорија M30:

1. **Šušteršič, T., Ranković, V., Kovačević, V., Milovanović, V., Rasulić, L., & Filipović, N. (2021).** Machine Learning-based Image Processing in Support of Discus Hernia Diagnosis. *2021 IEEE 21st International Conference on Bioinformatics and Bioengineering (BIBE)*, (стр.

1-5). (категорија МЗЗ)

2. **Sustersic, T., Rankovic, V., Milovanovic, V., Kovacevic, V., Rasulic, L., & Filipovic, N.** (2022). Detecting Disc Herniation in Segmented Lumbar Spine Magnetic Resonance Images using Distinct Features. *12th International Conference on Information Society and Technology (ICIST 2022)*, (pp. 1-5). Kopaonik, Serbia. (категорија МЗЗ)

У овим радовима кандидаткиња је приказала део методологије, која је развијена у оквиру дисертације, а која се односи на обраду медицинских слика са магнетне резонанце и развој 3Д модела за компјутерске нумеричке симулације, као и на део методологије везан за обраду сигнала снимљених помоћу мерне платформе. Такође, један објављен рад се односи на имплементацију алгоритама на ФПГА чипу што представља својеврстан искорак у развијању независне платформе за дијагностику.

Комисија сматра да истраживања и још необјављени резултати ове докторске дисертације пружају обиман и користан материјал за даље објављивање у међународним и водећим националним часописима и скуповима, а који се односе на област обраде биомедицинских сигнала у дијагностици болести кичменог стуба.

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

Докторска дисертација кандидаткиње Тијане Шуштершич, мастер инжењера машинства, под насловом „Имплементација алгоритама вештачке интелигенције у обради биомедицинских сигнала као подршка одлучивању у дијагностици болести кичменог стуба“, одговара прихваћеној теми од стране Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу.

Кандидаткиња је у приказу свог рада користила одговарајућу стандардизовану стручну терминологију, а структура докторске дисертације и методологија излагања су у складу са универзитетским нормама.

Докторска дисертација по квалитету, обиму и приказаним резултатима истраживања у потпуности задовољава законске услове и универзитетске норме прописане за израду докторске дисертације.

Кандидаткиња је показала да влада методологијом научно-истраживачког рада и поседује способности системског приступа и коришћења литературе. При томе је, користећи своје професионално образовање, показала способност да сложеној проблематици приступи свеобухватно, у циљу добијања конкретних и применљивих резултата.

С обзиром на актуелност проблематике која је обрађена и остварене резултате, чланови Комисије сматрају да кандидаткиња Тијана Шуштершич, мастер инжењер машинства, и поднета докторска дисертација, испуњавају све услове, који се у поступку оцене писаног дела докторске дисертације захтевају Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Крагујевцу и Статутом Факултета инжењерских наука у Крагујевцу.


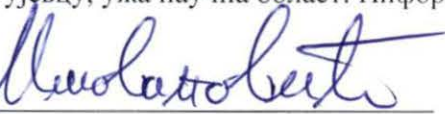



На основу свега наведеног, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидаткиње Тијане Шуштершич, мастер инжењера машинства, предлаже Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука у Крагујевцу и Већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу да докторску дисертацију кандидаткиње под називом:

„Имплементација алгоритама вештачке интелигенције у обради биомедицинских сигнала као подршка одлучивању у дијагностици болести кичменог стуба“

прихвате као успешно урађену и да кандидаткињу позову на јавну одбрану докторске дисертације.

У Крагујевцу, Београду и Новом Саду,

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

1. 
др **Велибор Исаиловић**, ванредни професор, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу, ужа научна област: Информационе технологије, председник Комисије
2. 
др **Владимир Миловановић**, ванредни професор, Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу, ужа научна област: Електротехника и рачунарство, члан Комисије
3. 
др **Дубравко Ћулић**, редовни професор, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, ужа научна област: Информационо-комуникациони системи, члан Комисије
4. 
др **Лукас Расулић**, редовни професор, Медицински факултет, Универзитет у Београду, ужа научна област: Хирургија са анестезиологијом (неурохирургија), члан Комисије
5. 
др **Војин Ковачевић**, доцент, Факултет медицинских наука, Универзитет у Крагујевцу, ужа научна област: Хирургија, члан Комисије