

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ
НАУКА
ВЕЋУ ЗА ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ НАУКЕ
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

На седници Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу одржаној 05.07.2018. год. (број одлуке: 01-1/2200-9) и на седници Већа за техничко-технолошке науке одржаној 29.08.2018. год. (број одлуке: IV-04-619/8) којом смо одређени као чланови Комисије за подношење извештаја за оцену научне заснованости теме и испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације: **"Постпроцесирање класификационих модела - оцена поузданости и објашњење индивидуалних предвиђања и примена у биомедицинском инжењерству"** у научној области **Примењена информатика и рачунарско инжењерство** кандидата **Бојане Анђелковић Ђирковић, дипл. мат.-инф.** На основу података којима располажемо достављамо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Научни приступ проблему предложеног нацрта докторске дисертације и процена научног доприноса крајњег исхода рада

Проблем који је предмет истраживања предложеног нацрта докторске дисертације један је од водећих изазова заједнице која се бави машинским учењем. У ери података, интелигентни модели за предвиђање базирани на машинском учењу постали су саставни део експертних система. Неретко, најбоље перформансе постижу комплексни модели који имају форму тзв. „црних кутија“ и знање које је откривено у подацима остаје нетраспарентно. У ситуацијама које подразумевају ограниченост доступних података који се користе за обучавање модела, од посебне важности је обезбедити механизме који доказују да модели нису претренирани и тиме избегло неадекватно понашање истих на новим, невиђеним подацима. Посебно од интереса су области које су ризично-осетљиве, као што је нпр. медицина, где је, управо због могућих последица погрешног закључивања, употреба ових система ограничена. Са друге стране, могућности система за подршку одлучивању у медицини огледају се у унапређењу дијагностике и прогнозе болести. Објективна анализа великог броја параметара омогућава приступ специфичан за сваког пацијента, што води прецизнијој дијагнози и оптималном третману, а то и јесте примарни циљ модерне медицине. Оцена поузданости предвиђања за нове примере, као и објашњење како су дата предвиђања генерисана од стране модела су две мере које додатно валидирају модел, пружају могућност интерпретирања резултата чиме се постиже увид на који начин модели закључују и доприноси њиховој реалној употреби.

У нацрту докторске дисертације кандидат је јасно описао проблематику и представио концепт истраживања који укључује развој метода за оцену поузданости и објашњење индивидуалних предвиђања, узевши у обзир све аспекте класификационих проблема. Анализирајући доступну литературу, уочене су могућности унапређења постојећих алгоритама за проблеме бинарне и вишекласне класификације, односно, могућности

адаптације и развоја за проблеме вишезначне класификације. Такође, поред теоријских оквира, у оквиру ове дисертације биће приказана практична примена предложене методологије за проблем предвиђања прогнозе болести канцера дојке и предвиђања фармаколошке терапије за особе које имају дијагностиковану болест коронарних артерија. Развој поменутих модела који су у стању да на објективан и поуздан начин врше предвиђања подразумева целокупан развојни процес користећи тзв. технике рударења података (Енг. Data mining), што представља додатни научноистраживачки изазов.

Предложени научни приступ се темељи на постављању полазних хипотеза, формирању база података реалних пацијената, јасно дефинисаној методологији и начину на који ће се резултати валидирати.

Имајући у виду приказ проблема истраживања, полазне хипотезе и предложене научне методе истраживања, приказани нацрт докторске дисертације садржи све елементе који су потребни да би се израдом докторске дисертације постигао научни допринос значајан за даљи развој научних истраживања.

Веза са досадашњим истраживањима

Кандидат се у досадашњем научноистраживачком раду примарно бавио техникама вештачке интелигенције у анализи биолошких и медицинских података и закључивањем у присуству неизвесности. То доказују радови објављени у часописима међународног и националног значаја и представљени на конференцијама из области биомедицинског инжењерства. Стручни боравак у иностранству и учешће на међународним и националним пројектима представљају добру основу за реализацију ове дисертације.

Рад у оквиру ове дисертације омогућава кандидату да оствари континуитет у свом истраживачком раду, што поред стручног усавршавања кандидата има за циљ и унапређење постојећих и развој нових метода који се односе на додатну оцену предикционих модела у циљу њихове адекватне употребе.

2. Образложење предмета, метода и циља који уверљиво упућују да је предложена тема од значаја за развој науке

Предмет, циљеви и хипотезе ове дисертације обухватају следеће

Предмет докторске дисертације је додатна евалуација индивидуалних класификација, што подразумева развој класификационих модела, развој и примену метода за оцену поузданости индивидуалних класификација и развој и примену метода за објашњење индивидуалних класификација.

У машинском учењу, у општем случају, за оцењивање класификационих модела се користе усредњене вредности статистичких параметара модела на основу скупа података за тестирање. То су најчешће тачност, сензитивност, специфичност, прецизност, итд. У случају када је развијен непристрасан модел, ове мере представљају његову глобалну оцену. За нов пример за који је потребно одредити предвиђање, дата

глобална статистика није од пресудног значаја и потребно је обезбедити (локалну) информацију о очекиваној тачности (или било којој другој мери од интереса), јер нека предвиђања могу бити поуздана, а нека не. Оцена поузданости индивидуалних предвиђања базирана на статистичким додатним оценама, тј. интервалима поверења и тачкастим оценама, може дати информацију до које мере се може веровати генерисаном предвиђању.

Објашњење индивидуалних предвиђања у основи значи да се за пример који се тестира добије квалитативно разумевање односа између његових параметара (атрибута) и предвиђања генерисаног од стране модела.

Развој поменутих метода које на независан начин додатно описују генерисано предвиђање практично значи развој два модула за постпроцесирање модела који ће омогућити да се за сваки нови улаз генерише предвиђање, одреди до које мере се може веровати предикцији (поузданост) и графички интерпретира утицај атрибута на генерисано предвиђање (објашњење предикције).

Примарни циљ ове дисертације је развој метода које се могу применити за било који класификациони модел за податке табеларног типа. Са аспекта класификације, проблем додатне евалуације индивидуалних предвиђања се посматра на два начина:

- Проблем 1 (за бинарну и вишекласну класификацију, енг. Binary, Multi-class classification) – За овај тип проблема класификациони модел увек предвиђа само једну вредност као излаз, па су методе за оцену поузданости индивидуалних класификација, као и методе за објашњење индивидуалних предвиђања исте у оба случаја, јер не зависе од архитектуре самог модела, већ од броја улаза, односно излаза.
- Проблем 2 (за вишезначну класификацију, енг. Multi-label classification) – у овом случају је потребно генерализовати претходни проблем, јер се крајњи излаз класификационих модела заправо посматра као уређена n -торка чија димензија одговара броју различитих класа.

Специфични циљеви се односе на развој предикционих модела и практичну примену предложене методологије за проблем предвиђања прогнозе болести канцера дојке и предвиђања фармаколошке терапије за особе које имају дијагностиковану болест коронарних артерија. Свака од поменутих болести је веома заступљена са поражавајућом статистиком у погледу смртности и додатних компликација и представљају глобални здравствени проблем. Прогноза болести канцера дојке на основу прогностичких и предиктивних фактора директно утиче на избор терапије, а самим тим и на коначан исход исте. Слично, оптимална терапија лековима за пацијенте који су оболели од болести коронарних артерија је неопходна како би се спречио даљи развој болести и инфаркт срца који за последицу веома често има смртни исход. Предикциони модели у оквиру дисертације ће у оба случаја бити обучавани на основу реалних база података.

Узевши у разматрање претходно наведено, основне полазне хипотезе које воде испуњавању циљева ове докторске дисертације настале су као резултат детаљног проучавања досадашњег истраживања и најновијих достигнућа и сазнања у области

машинског учења и примене. Развој нових и побољшање постојећих метода, као и примена за решавање наведених проблема, дефинише следеће претпоставке:

- Класификациони модели се могу моделирати довољно прецизно и постоји позитивна корелација између тачности модела и оцене поузданости.
- Оцена поузданости и објашњење предвиђања су две независне мере које дају комплетну информацију о прецизности и употребљивости предиктивних класификационих модела.
- Интеграција медицинских података из различитих домена (клинички, хистолошки, молекуларни, генетски,...) генерише простор параметара који садржи комплетне информације о одговарајућим болестима.
- Одговарајућа комбинација ових параметара генерише знање о сваком пацијенту посебно, што омогућава персонализован приступ у медицини.
- Методологија за оцену поузданости и објашњење индивидуалних предвиђања ће бити примењива у реалном времену.
- Развијени модели ће бити упоредиви са тумачењем лекара.

Методе истраживања

Методолошки приступ у оквиру ове докторске дисертације је конципиран на основу досадашњих истраживања и интеграцијом више анализираних методологија доступних у литератури уз обавезне модификације.

Идеја о оцени поузданости индивидуалних предикција потиче из статистике, где се интервали поверења и тачкасте оцене користе за оцену поузданости статистичких параметара. У машинском учењу, статистичке особине предиктивних модела ће бити искоришћене за адаптацију ових метода за рачунање оцене поузданости индивидуалних предикција. Уопштено, на коначну статистику једног модела утичу подједнако конфигурација параметара датог модела и узорак података за обучавање. Међутим, како је идеја развој метода за оцену поузданости независно од модела, теоријски оквир за процену параметра од интереса ће се базирати на утицају скупа података за обучавање, као и атрибута. С тога, статистичке методе засноване на теорији пертурбација су у основи развоја метода за поузданост индивидуалних предвиђања.

Објашњење индивидуалних предикција се превасходно ослања на теорију кооперативних игара, технике оптимизације и узорковања Монте Карло методом.

У развоју бинарних класификационих модела више различитих алгоритама ће бити тестирано: наивни Бајесов класификатор, Бајесове мреже, стабла одлучивања, случајне шуме, линеарна регресија, метод потпорних вектора, неуронске мреже, итд.. За вишезначну класификацију користиће се алгоритми које припадају групи метода које 1) трансформишу проблем на више бинарних класификација, 2) адаптирају постојеће алгоритме за проблем вишезначне класификације и 3) удружују више претходно наведених алгоритама (енг. Ensemble methods). Методе за селекцију атрибута, као и

методе за решавање проблема небалансиране класификације ће, такође, бити коришћене.

Сви поменути алгоритми и нове методе биће имплементирани у програмским језицима Јава и Пајтон (енг. Python) на основу постојећих решења у виду отвореног кода.

Оквирни садржај докторске дисертације

Оквирни план дисертације је конципиран у неколико поглавља:

1. Увод
2. Технике машинског учења за истраживање података
3. Оцена поузданости индивидуалних предвиђања
4. Објашњење индивидуалних класификација
5. Примена анализе података и развој интелигентних модела за предвиђање прогнозе болести канцера дојке
6. Предвиђање фармаколошке терапије код болести коронарних артерија применом техника машинског учења
7. Поређење резултата предиктивних модела са тумачењем лекара
8. Закључна разматрања
9. Литература

3. Образложење теме за израду докторске дисертације које омогућава закључак да је у питању оригинална идеја или оригиналан начин анализирања проблема

У нацрту докторске дисертације "**Постпроцесирање класификационих модела - оцена поузданости и објашњење индивидуалних предикција и примена у биомедицинском инжењерству**" предвиђено је побољшање постојећих метода за случајеве бинарне и вишекласне класификације, а највећи научни допринос се очекује за проблеме вишезначне класификације, с обзиром да у доступној литератури није понуђено решење за ту врсту проблематике. Развијени поуздани модели за помоћ одлучивању лекарима за болести канцера дојке и предлагање терапије за болести коронарних артерија ће дати могућност да се на интуитиван начин истраже иновативни фактори који утичу на прогнозу болести, смање ризици од компликација болести и споредни нежељени ефекти, чиме ће свакако допринети бољем квалитету живота самих пацијената и оптимизацији лечења.

На основу представљеног концепта и наведене литературе може се закључити да постоји велико интересовање за развојем метода које ће што адекватније и непристрасније оценити и описати моделе за предвиђање. Како подаци долазе из

различитих извора (слике, текст, експресија гена, итд.) потребно је омогућити да развијена методологија даје резултате у реалном времену, што додатно ствара значајан простор за унапређење већ постојећих алгоритама кроз научноистраживачки рад.

Комисија закључује да је предложена тема докторске дисертације, са образложеним предметом и циљевима рада, научним доприносима и очекиваним резултатима, насталим детаљном анализом доступних научних радова у научном и стручном смислу оригинална идеја.

4. Усклађеност дефиниције предмета истраживања, основних појмова, предложене хипотезе, извора података, метода анализе са критеријумима науке уз поштовање научних принципа у изради коначне верзије докторске дисертације

Кандидат Бојана Анђелковић Ћирковић ће у својој докторској дисертацији обухватити све елементе савременог научноистраживачког рада поштујући основне критеријуме науке, научних циљева и метода анализе, имплементацијом постојећих и развијањем оригиналних идеја научног истраживања.

У достављеној пријави теме, кандидат се служио одговарајућом терминологијом из области која је предмет рада. Дефиниција предмета истраживања је усклађена са основним појмовима, предложеним хипотезама и методама истраживања. Кандидат је показао изразиту способност за селекцију и анализу литературних извора.

С обзиром на то да су циљеви истраживања проистекли из запажених недостатака и недовољне истражености проблема, добијени резултати представљали би оригинални допринос кандидата истраживачкој области.

5. Преглед научно-истраживачког рада кандидата

Кратка биографија кандидата

а. Кратка биографија кандидата

Бојана Анђелковић Ћирковић рођена је 21.09.1986. године у Крагујевцу. Основно образовање је стекла у Основној школи „Драгиша Михаиловић“ у Крагујевцу као носилац Вукове дипломе. Средњу школу, Прву крагујевачку гимназију, као ученик Одељења обдарених ученика математичке гимназије, завршила је 2005. год. са одличним успехом. Природно-математички факултет у Крагујевцу уписала је исте године на коме је одбранила дипломски рад под називом „Компактни оператори“ 2010. године са оценом 10, а студије завршила са просечном оценом 9,08. У новембру 2011. године уписала је докторске студије на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу. Положила је све предмете предвиђене планом и програмом са просечном оценом 10.

Од децембра 2011. је запослена на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу као истраживач у Центру за биоинжењеринг и сарадник у настави на предметима Математика 1 и Математика 2. Од септембра 2018. године је запослена као асистент из области Математика.

У свом истраживачком раду примарно се бави закључивањем у присуству неизвесности, техникама оптимизације и вештачке интелигенције у анализи података из области биомедицинског инжењерства. Коаутор је 20 публикација у међународним часописима и на конференцијама.

У јулу 2017. године била је на стручном усавршавању на Техничком универзитету у Брауншвајгу, Немачка, као учесник у летњој школи „Bayesian Inference: Probabilistic way of learning from data“.

Има учешће у националним и међународним научноистраживачким пројектима.

б. Научно-истраживачки рад

Радови објављени у истакнутим међународним часописима

Рад у истакнутом међународном часопису [M21]:

1. Aarash Sofla, **Војана Cirkovic**, Anne Hsieh, Jason Miklas, Nenad Filipovic, Milica Radisic, Enrichment of live unlabelled cardiomyocytes from heterogeneous cell populations using manipulation of cell settling velocity by magnetic field, *Biomicrofluidics*, Vol.7, No.1, pp. 1-15, ISSN 1932-1058, Doi <http://dx.doi.org/10.1063/1.4791649>, 2013

Рад у истакнутом међународном часопису [M22]:

2. Arso M. Vukicevic, Miroslav Stojadinovic, Milos Radovic, Milena Djordjevic, **Војана Andjelkovic Cirkovic**, Tomislav Pejovic, Gordana Jovicic, Nenad Filipovic: Automated development of artificial neural networks for clinical purposes: Application for predicting the outcome of choledocholithiasis surgery. *Computers in Biology and Medicine* 05/2016; vol. 75, pp. 80-89, ISSN 0010-4825, DOI:10.1016/j.compbiomed.2016.05.016, 2016

Радови у националним часописима

Рад у националном часопису [M53]:

3. **B.Cirkovic**, V.Isailovic, Z.Milosevic, J.Radulovic, A.Sofla, M.Radisic, M.Kojic and N.Filipovic, Analytical and numerical analysis of magnetic separation of cardiomyocytes, *Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics*, Vol.6, No.2, pp. 145-159, ISSN 1820-6530, 2012
4. N. Filipovic, M. Radovic, V. Isailovic, Z. Milosevic, D. Nikolic, I. Saveljic, M.Nikolic, T. Djukic, **B. Andjelkovic-Cirkovic**, T. Exarchos, N. Meunier, Z. Teng, D.Fotiadis, F. Böhnke, O. Parodi, A summary of results in modeling plaque formation and development, cochlea mechanics and vestibular disorders, *Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics*, Vol.10, No.1, pp. 20-33, ISSN 1820-6530, 2016
5. **Andjelkovic Cirkovic, Војана**; Costea, Daniela Elena; and Filipovic, Nenad, A Model Fitting Approach for Prediction of Oral Cancer Second Primary Tumor, *IPSI Transactions on Advanced Research*, Vol.13, No.2, pp. 49-54, ISSN 1820-4511, 2017

Саопштења са међународних научних скупова

Саопштење са међународног скупа штампано у целини [M33]:

6. **Bojana Cirkovic**, Velibor Isailovic, Zarko Milosevic, Aarash Sofla, Milica Radisic, Nenad Filipovic, Computer simulation of motion of magnetic particles in external magnetic field, Fourth Serbian (29th Yu) Congress on Theoretical and Applied Mechanics, Vrnjačka Banja, Serbia, 4-7 June, 2013, ISBN 978-86-909973-5-0, pp. 751-756.
7. **Bojana R. Andjelkovic Cirkovic**, Aleksandar M. Cvetkovic, Srdjan M. Ninkovic, and Nenad D. Filipovic, Prediction Models for Estimation of Survival Rate and Relapse for Breast Cancer Patients, 15th International Conference on Bioinformatics and Bioengineering (BIBE2015), Belgrade, 2-4 November, 2015, ISBN 978-1-4673-7983-0, pp. 171-176.
8. **Bojana Andjelkovic Cirkovic**, Aleksandar Cvetkovic, Danijela Cvetkovic, Srdjan Ninkovic and Nenad Filipovic, Prediction of the Five Years Survival Period for Breast Cancer Patients within the Ensemble Feature Ranking Framework, 2nd EAI International Conference on Future Access Enablers of Ubiquitous and Intelligent Infrastructures, BELGRADE, SERBIA, OCTOBER 24-25, 2016, <http://fabulous-conf.org/2016/show/accepted-papers>.
9. Nenad Filipovic, Velibor Isailovic, Zarko Milosevic, Dalibor Nikolic, Igor Saveljic, Milos Radovic, Milica Nikolic, **Bojana Cirkovic-Andjelkovic**, Exarchos Themis, Dimitris Fotiadis, Gualtiero Pelosi, Oberdan Parodi, Computational modeling of plaque development in the coronary arteries, International Conference on Medical and Biological Engineering, CMBEBIH 2017, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 16-18 March, 2017, ISBN 978-981-10-4166-2, pp. 269-274, DOI:10.1007/978-981-10-4166-2_40
10. Nenad Filipović, Velibor Isailović, Žarko Milosević, Dalibor Nikolić, Igor Saveljić, Milica Nikolić, **Bojana Ćirković-Andjelković**, Nikola Jagić, Exarchos Themis, Dimitris Fotiadis, Gualtiero Pelosi, Oberdan Parodi, Computational Modeling for Plaque Progression and Fractional Flow Reserve in the Coronary Arteries, 6th International Congress of Serbian Society of Mechanics, Tara, Serbia, 19-21 June, 2017, pp. M3g, ISBN 978-86-909973-6-7
11. **Bojana Andjelkovic Cirkovic**, Daniela Elena Costea and Nenad Filipovic, Prediction of Second Primary Tumors in Patients with Oral Squamous Cell Carcinoma, 4th South-East European Conference on Computational Mechanics, Kragujevac, Serbia, 03-04 July, 2017, ISBN 978-86-921243-0-3
12. Nenad Filipovic, Velibor Isailovic, Zarko Milosevic, Dalibor Nikolic, Igor Saveljic, Milica Nikolic, Themis Exarchos, Dimitrios I Fotiadis, Oberdan Parodi, **Bojana Andjelkovic-Cirkovic** and Gualtiero Pelosi COMPUTER MODELING OF ATHEROSCLEROSIS IN THE HUMAN ARTERIES, International Conference on Innovative Technologies, IN-TECH 2017, Ljubljana, Slovenia, September 11-13, 2017, ISSN 0184-9069, pp. 229-232
13. **Bojana Andjelkovic Cirkovic**, Velibor Isailovic, Dalibor Nikolic, Igor Saveljic, Oberdan Parodi and Nenad Filipovic, Prediction of Coronary Plaque Progression Using Data

Driven Approach, In book: Future Access Enablers for Ubiquitous and Intelligent Infrastructures. Third International Conference FABULOUS, Bucharest, Romania, October 12-14, 2017, Vol.241, pp. 227-233, ISBN 978-3-319-92213-3, doi: 10.1007/978-3-319-92213-3_33

14. Nenad Filipovic, Velibor Isailovic, Zarko Milosevic, Dalibor Nikolic, Igor Saveljic, Milica Nikolic, Marija Gacic, **Bojana Cirkovic-Andjelkovic**, Exarchos Themis, Dimitris Fotiadis, Gualtiero Pelosi, Oberdan Parodi, Coupled computer modeling of atherosclerosis development in the coronary arteries, IEEE 17th International Conference on Bioinformatics and Bioengineering BIBE 2017, Washington D.C., USA, 23-25 October, 2017, pp. 415 - 418, ISBN 978-1-5386-1324-5
15. Đorović Smiljana, Robnik-Šikonja Marko, Radović Miloš, **Andelković Ćirković Bojana** and Filipović Nenad, Finite Element Modelling of Cardiac Ischemia and Data Mining Application for Ischemic Detection and Localization, Proceedings of The Eighteenth International Conference of Experimental Mechanics ICEM 2018, Brussels, Belgium, 1–5 July, 2018, vol. 2(8), 410, ISSN 2504-3900, doi.org/10.3390/ICEM18-05269

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу [M34]:

16. **Bojana Andelkovic Cirkovic**, Mirko Rosic, Aleksandar Peulic, Maja Colic, Nenad Filipović, An EEG Study of the Effects of Music Stimulation on Emotional Valence Response, European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering, ECCOMAS Congress 2016, Hersonissos, Crete Island, Greece, 5 - 10 JUNE, 2016, <https://www.eccomas2016.org/proceedings/pdf/12102.pdf>
17. Milos Radovic, **Bojana Andjelkovic**, Oberdan Parodi, Nenad Filipovic, Machine learning approach for predicting the severity of coronary artery disease, The 66th ESCVS International Congress of the European Society for CardioVascular and EndoVascular Surgery, Thessaloniki, Greece, May 11th - 14th, 2017, http://www.conferre.gr/events/pdf/final_program_escvs-live2017.pdf
18. Igor Saveljic, Velibor Isailovic, Zarko Milosevic, Dalibor Nikolic, Milica Nikolic, **Bojana Cirkovic-Andjelkovic**, Exarchos Themis, Dimitris Fotiadis, Gualtiero Pelosi, Oberdan Parodi and Nenad Filipovic, Numerical simulation of atherosclerotic plaque growth in right coronary arteries, The 9th GRACM International Congress on Computational Mechanics, Chania, Crete Island, Greece, 4-6 June, 2018, ISBN 978-618-81537-5-2.
19. N. Filipovic, V. Isailovic, Z. Milosevic, D. Nikolic, I. Saveljic, M. Nikolic, **B. Cirkovic-Andjelkovic**, M. Radovic, T. Exarchos, D. Fotiadis, G. Pelosi, O. Parodi, Modeling of plaque development in the coronary arteries, In Int J CARS: CARS 2017 - 31st International Congress and Exhibition on Computer Assisted Radiology & Surgery, Barcelona, Spain, June 20-24, 2017, Vol.12, Suppl. 1, pp. S62, ISSN: 1861-6429, Doi: doi.org/10.1007/s11548-017-1588-3
20. **Bojana Andjelkovic Cirkovic**, Nenad Filipovic, Prediction of Pharmacological Treatment for Patients with Coronary Artery Disease, In Biologia Serbica - Belgrade BioInformatics Conference - BelBi2018, Belgrade, Serbia, June, 18 – 22., 2018, Vol.40, No.1, pp. 64, ISSN 2334-6590, UDK 57 (051)

На основу свега наведеног у претходним тачкама овог извештаја Комисија доноси следећи

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

Бојана Анђелковић Ћирковић, дипломирани математичар-информатичар, испунила је све предвиђене услове за одобрење израде докторске дисертације.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу и Већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу да наведена предложена тема за докторску дисертацију:

"Постпроцесирање класификационих модела - оцена поузданости и објашњење индивидуалних предикција и примена у биомедицинском инжењерству"

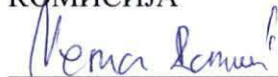
прихвати и одобри њену израду кандидату Бојани Анђелковић Ћирковић, дипл. мат.-инф.

Комисија предлаже да ментор ове докторске дисертације буде др Ненад Филиповић, редовни професор Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

У Крагујевцу,

28.09.2018. год.

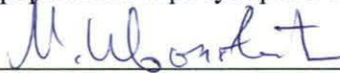
КОМИСИЈА



Др Весна Ранковић, ред. проф. – Председник Комисије
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу
Уже научне области: Аутоматика и мехатроника,
Примењена информатика и рачунарско инжењерство



Др Ненад Филиповић, редовни професор - члан
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу
Уже научне области: Примењена механика, Примењена
информатика и рачунарско инжењерство

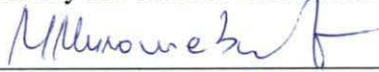


Др Милош Ивановић, ванредни професор - члан
Природно-математички факултет, Универзитет у
Крагујевцу

Ужа научна област: Рачунарске комуникације



Др Велибор Исаиловић, доцент - члан
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу
Ужа научна област: Биоинжењеринг.



Др Миљан Милошевић, ванредни професор - члан
Универзитет Метрополитан

Ужа научна област: Рачунарске науке