

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата **Сандра Радовановића** за израду докторске дисертације

Одлуком 3/4-7 бр. од 30.12.2015. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Сандра Радовановића** за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **Интегрисање доменског знања у развој модела откривања законитости у подацима**.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Сандро Радовановић је рођен 26.07.1989. године у Сарајеву, Босна и Херцеговина. Основно школу и гимназију општег смера завршио је у Београду са одличним успехом.

Факултет организационих наука, Универзитета у Београду, студијски програм Информациони системи и технологије, уписао је школске 2008/09 године. Дипломирао је 2012. године са просечном оценом 9,43 (девет, 43/100) и одбранио дипломски рад под називом „Развој система за подршку одлучивању у спорту“. Више пута је био награђиван за постигнуте резултате током студија.

Дипломске (Мастер) студије на одсеку за Информационе системе и технологије, модул Пословна интелигенција, Факултета организационих наука, Универзитета у Београду, уписао је 2013. године. Мастер студије завршио је са просечном оценом 10,00 (десет, 0/100) и одбранио мастер рад „Решавање проблема кластеровања генских експресија применом проширеног система мета-учења“.

Докторске студије је уписао 2013. године на Факултету организационих наука, Универзитета у Београду, на одсеку Информациони системи и менаџмент, изборно подручје Информациони системи. Положио је све планом и програмом дефинисане испите на докторским студијама са просечном оценом 10,00 (десет, 0/100),

У јулу 2012. године обавио је стручну праксу у сектору за Информационо-комуникационе технологије Управе за заједничке послове републичких органа. Од октобра 2012. године ради у Управи за заједничке послове републичких органа у одељењу за Информациону безбедност на радном месту. Инжењер за техничку заштиту система. Од марта 2016. године до јуна 2016. године ангажован је као консултант Светске банке на пројекту вертикалног унапређења образовања у Србији.

Током школске 2014/15 године радио је као сарадник у настави ван радног односа при Центру за пословно одлучивање, где је учествовао у извођењу наставе на предметима Теорија одлучивања на основним академским студијама, Системи пословне интелигенције, Откривање законитости у подацима, Складишта података и Развој алгоритама машинског учења на мастер студијама. Педагошки рад кандидата се може оценити као успешан, што потврђују резултати анкете које Факултет спроводи код студената (просечна оцена 4,4, на скали 1-5).

У августу 2013. године је стекао сертификат „Rapid-I Analyst“ за развој и примену окружења отвореног кода RapidMiner за откривање законитости у подацима.

Тренутно учествује на научном пројекту, који је финансиран од стране Швајцарске националне научне фондације, под називом „Предвиђање будућих стања пацијената: Развој и примена брзих, ефективних и интерпретабилних алгоритама за здравство“ (SCOPES 2014-2016, број пројекта: IZ3Z0_152415).

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

У наставку ће бити приказани научни резултати кандидата, односно објављени радови или радови прихваћени за објављивање на конференцијама и часописима, од датума уписа докторских студија, категоризовани у складу са спецификацијом Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Већина радова је у вези са областима Система за подршку одлучивању, Складишта података, Откривања законитости у подацима (енг. *Data Mining*) и Машинског учења (енг. *Machine Learning*), међутим пар радова је из области Операциона истраживања.

M21:

1. Vukićević, M., **Radovanović, S.**, Milovanović, M., Minović, M. (2014). Cloud Based Metalearning System for Predictive Modeling of Biomedical Data. *The Scientific World Journal*, 2014, Article ID 859279, 10 pages. DOI:<http://dx.doi.org/10.1155/2014/859279>. IF (2013) = 1.219. ISSN: 2356-6140.
2. Canullo L., Tallarico M., **Radovanovic S.**, Delibasic B., Covani U., Rakic M. (2016) Distinguishing predictive profiles for patientbased risk assessment and diagnostics of plaque induced, surgically and prosthetically triggered peri-implantitis. *Clinical Oral Implants Research*.(in press), pp. 1–8. DOI:<http://dx.doi.org/10.1111/clr.12738>. IF(2014) = 3.889. ISSN: 1600-0501.
3. Canullo L., **Radovanovic S.**, Delibasic B., Blaya J., Penarrocha D., Rakic M. (2016) The predictive value of microbiological findings on teeth, internal and external implant portions in clinical decision making. *Clinical Oral Implants Research*. (in press), pp. 1–9. DOI:<http://dx.doi.org/10.1111/clr.12828>. IF(2014) = 3.889. ISSN: 1600-0501.
4. Perović, S., **Radovanović, S.**, Sikimić, V., & Berber, A. (2016) Optimal research team composition: data envelopment analysis of Fermilab experiments. *Scientometrics*, (in press), pp. 1-29. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-016-1947-9>. IF(2014) = 2.183. ISSN: 0138-9130.

M23:

5. Vukicevic, M., **Radovanovic, S.**, Delibasic, B., Suknovic, M. (2016). Extending meta-learning framework for clustering gene expression data with component-based algorithm design and internal evaluation measures. *International Journal of Data Mining and Bioinformatics*, 14(2), pp. 101-119. DOI:<http://dx.doi.org/10.1504/IJDMB.2016.074682>. IF(2014) = 0.495. ISSN: 1748-5681.

M24:

6. **Radovanović, S.**, Radojičić, M., & Savić, G. (2014). Two-phased DEA-MLA approach for predicting efficiency of NBA players. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 24(3), pp. 347-358. DOI: <http://dx.doi.org/10.2298/YJOR140430030R>.

M33:

7. **Radovanović, S.**, Vukićević, M., Jovanović, M., Delibašić, B., & Suknović, M. (2013). Meta-Learning System for Clustering Gene Expression Microarray Data. In *Proceedings of the 4th Rapid-Miner Community Meeting and Conference - RCOMM 2013* (pp. 97-111). Porto, Portugal: Shaker Verlag, Aachen.
8. **Radovanović, S.**, Radojičić, M., Savić, G. (2013). Efficiency Measurment of NBA Players using Data Envelopment Analysis. In *Proceedings of XI Balkan Conference on Operational Research – BALCOR 2013* (pp. 79-88). Belgrade – Zlatibor, Serbia. University of Belgrade, Faculty of Organizational Sciences, Belgrade.
9. **Radovanović, S.**, Vukićević, M., Suknović, M. (2014). Meta-Heuristic Based Wrapper Attribute Weighting Techniques for Naïve Bayes Classification. In *Proceedings of XIV International symposium SymOrg 2014* (pp. 38-44). Zlatibor, Serbia: Faculty of organizational sciences.
10. **Radovanović, S.**, Milovanović, E., Aničić, N. (2014). Performance Evaluation of Temporal Features Defined in Oracle 12c Database. In *Proceedings of XIV International symposium SymOrg 2014* (pp. 858-866). Zlatibor, Serbia: Faculty of organizational sciences.
11. **Radovanović, S.**, Vukićević, M., Milovanović, E., Popović, M. (2014). MetahAtt: Metaheuristic based optimization extension. In *Proceedings of the 5th Rapid-Miner Community Meeting and Conference – RapidMiner World 2014* (pp. 33-46). Boston, United States of America: Shaker Verlag, Aachen.
12. **Radovanovic, S.**, Vukicevic, M., Kovacevic, A., Stiglic, G., Obradovic, Z. (2015). Domain knowledge Based Hierarchical Feature Selection for 30-Day Hospital Readmission Prediction. In *Proceedings of the 15th Conference on Artificial Intelligence in Medicine, AIME 2015* (pp. 96-100). Pavia, Italy: Springer International Publishing. DOI:http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-19551-3_11.
13. Vukicevic, M., **Radovanovic, S.**, Kovacevic, A., Stiglic, G., & Obradovic, Z. (2015). Improving Hospital Readmission Prediction Using Domain Knowledge Based Virtual Examples. In *Knowledge Management in Organizations* (pp. 695-706). Springer International Publishing. DOI:http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-21009-4_51.

14. **Radovanovic, S.**, Vukicevic, M., Kovacevic, A., Delibasic, B., Suknovic, M. (2015). Decision Support System for Hospital Readmission Prediction Based on Meta-Heuristic Feature Selection and Stacking. In *Proceedings of the 6th Rapid-Miner Community Meeting and Conference – RapidMiner Wisdom 2015* (pp. 19-32). Ljubljana, Slovenia. Springer International Publishing.
15. Vukicevic, M., **Radovanovic, S.**, Kovacevic, A., Delibasic, B., Suknovic, M. (2015). RM-EHR: RapidMiner Environment for Predictive Analytics on Electronic Health Records. In *Proceedings of the 6th Rapid-Miner Community Meeting and Conference – RapidMiner Wisdom 2015* (pp.49-60). Ljubljana, Slovenia. Springer International Publishing.
16. Vukicevic, M., **Radovanovic, S.**, Vanschoren, J., Napolitano, G., Delibasic, B. (2015). Towards a Collaborative Platform for Advanced Meta-Learning in Healthcare Predictive Analytics. In *Proceedings of the Meta-Learning and Algorithm Selection Workshop MetaSel 2015 – ECML PKDD 2015* (pp. 112-114). Porto, Portugal. Springer International Publishing.
17. Radojicic, M., Savic, G., **Radovanovic, S.**, Jeremic, V. (2015). A Novel Bootstrap DBA-DEA Approach in Evaluating Efficiency of Banks. In *Proceedings of the 12th Balkan Conference on Operational Research – BALCOR 2015* (pp. 375-384). Constanta, Romania.
18. Vukicevic M., **Radovanovic S.**, Stiglic G., Delibasic B., Van Poucke S., Obradovic Z. (2016) A Data and Knowledge Driven Randomization Technique for Privacy-Preserving Data Enrichment in Hospital Readmission Prediction. In *Proceedings of the 4th Workshop on Data Mining for Medicine and Healthcare, SIAM International Conference on Data Mining (in press)*. Miami, USA.

M34:

19. Jovanović, M., **Radovanović, S.**, Delibašić, B. (2015). Interpretable Sparse Models Using ICD-9 Hierarchy For Predicting Pediatric Readmission. In *Proceedings of the 1st International Conference on Decision Support Systems Technologies – ICDSSST 2015* (pp. 30). Belgrade, Serbia.
20. Milovanović, E., Turajlić, N., Delibašić, B., **Radovanović, S.**, Jovanović, M. (2015). Predicting Patients' Readmission Probabilities on the Basis of Patient Similarities. In *Proceedings of the 1st International Conference on Decision Support Systems Technologies – ICDSSST 2015* (pp. 41). Belgrade, Serbia.
21. **Radovanović, S.**, Milovanović, M., Minović, M., Vukićević, M. (2015). Machine Learning algorithms in service of improving human gait recognition. In *Proceedings of the 1st International Conference on Decision Support Systems Technologies – ICDSSST 2015* (pp. 44). Belgrade, Serbia.
22. Vukićević, M., **Radovanović, S.**, Kovačević, A., Delibašić, B., Suknović, M., Obradović, Z., Štiglic, G., Kalousis, A. (2015). Privacy Preserving DSS for reducing Hospital Readmission rates based on predictive models and knowledge and data sharing. In *Proceedings of the 1st International Conference on Decision Support Systems Technologies – ICDSSST 2015* (pp. 52). Belgrade, Serbia.
23. Vukićević, M., **Radovanović, S.**, Marković, P., Delibašić, B. (2015). Building interpretable models for 30-day hospital re-admission prediction using evolutionary generic decision trees and knowledge based feature compression. In *Proceedings of*

the 1st International Conference on Decision Support Systems Technologies – ICDSSST 2015 (pp. 53). Belgrade, Serbia.

M51:

24. **Radovanović, S.**, Radojičić, M., Jeremić, V., & Savić, G. (2013). A Novel Approach in Evaluating Efficiency of Basketball Players. *Management*, 67, 37-45. DOI: <http://dx.doi.org/10.7595/management.fon.2013.0012>.

M52:

25. **Radovanović, S.**, Išljamović, S., & Suknović, M. (2013). Predicting students' performance - educational data mining approach. *Inovacije u nastavi* (2/2013), 82-92.

M63:

26. **Radovanović, S.**, Vukićević, M., Delibašić, B., & Suknović, M. (2013). Sistem meta-učenja za klasterovanje podataka o ekspresiji gena. *XL Simpozijum o operacionim istraživanjima – SYM-OP-IS 2013* (pp. 451-456). Zlatibor: University of Belgrade, Faculty of Organizational Sciences.
27. **Radovanovic, S.**, Vukicevic, M., Kovacevic, A., Delibasic, B., Suknovic, M. (2015). Data propositionalization for improving 30-day hospital re-admission prediction. In *Proceedings of the XLII International Symposium on Operational Research - SYM-OP-IS 2015* (pp. 216-219).

Научноистраживачки пројекти у којима је кандидат учествовао:

- SNSF Joint Research project (SCOPES) - Швајцарска национална научна фондација. Тема: *Предвиђање будућих стања пацијената: Развој и примена брзих, ефективних и интерпретабилних алгоритама за здравство* (SCOPES 2014-2016, број пројекта: IZ3Z0_152415). Руководилац: др Александрос Калузис, Универзитет примењених наука, Западна Швајцарска.

На докторским студијама кандидат је положио следеће испите (просек оцена 10,00):

- Пројектовање система агрегираних података, проф. др Владан Јовановић;
- Управљање подацима, проф. др Ненад Аничих;
- Откривање законитости у базама података, проф. др Борис Делибашић;
- Системи за управљање пословним процесима, проф. др Синиша Нешковић;
- Интеракција човека и рачунара – одабрана поглавља, проф. др Мирослав Миновић;
- Развој информационих система, проф. др Ненад Аничих;
- Статистика у менаџменту, проф. др Вељко Јеремић;
- Одлучивање – изабрана поглавља, проф. др Милија Сукновић;

- Пословна интелигенција – одабрана поглавља, проф. др Борис Делибашић.

Током ангажовања на Факултету организационих наука школске 2014/15 године кандидат је био ангажован на предмету Теорија одлучивања на основним студијама, и на предметима Откривање законитости у подацима, Складишта података и Системи пословне интелигенције на мастер студијама.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Узимајући у обзир:

- Досадашње **образовање** и ток **академских резултата**;
- **Истраживања** на тему интегрисања доменског знања у развој модела откривања законитости у подацима објављеним у признатим међународним часописима и конференцијама;
- **Држања наставе** из области из које је предложена тема; и
- Учешћа на **научно-истраживачким пројектима**;

закључујемо да је Сандро Радовановић одлично припремљен и квалификован да ову тему самостално истражује и начини доприносе у тој области.

2. Предмет и циљ истраживања

Улога доменског знања у процесу развоја модела откривања законитост у подацима је кључна. У [8] приказан је значај доменског знања у процесу откривања законитости у подацима. Наиме, једна од главних мотивација за откривањем патерна и логичности закључака јесте да се употреби доменско знање које је често „закључано у глави доносиоца одлуке“. Иако је доменско знање од кључног значаја за процес откривања законитости у подацима, веома га је тешко у потпуности искористити. Слична поука се може наћи и у [1] где се потенцира да без обзира о каквој врсти алгоритма откривања законитости у подацима је реч не постоји такво учење без доменског знања. Другим речима, откривање законитости у подацима се може користити као алат за откривање знања, али неопходно је тај алат пре употребе прилагодити доменским знањем.

Дакле, предмет истраживања су **начини укључивања доменског знања** у процес развоја модела откривања законитости у подацима. Укључивање доменског знања подразумева:

- 1) Промену простора улазних атрибута, где се доменско знање користи за креирање нових атрибута (енг. *feature extraction*),
- 2) Прављење виртуелних узорака које укључује доменско знање (у виду текстуалних фајлова, онтологија и слично) како би се изабрали пригодни случајеви и/или креирали нови случајеви за алгоритам откривања законитости у подацима.

Укључивање доменског, медицинског знања ће се оцењивати преко перформанси алгоритама откривања законитости у подацима, тј. преко њихове могућности да прецизно предвиђају класе објеката од разматрања. Квалитет алгоритама се може

егзактно мерити [8], што ће бити коришћено за поређење различитих алгоритама и дискусију о утицају појединих фактора на тај квалитет.

Имајући у виду предмет истраживања дефинисани су:

Генерални циљ истраживања, који представља развој методологије за укључивање доменског знања у поступак развоја модела откривања законитости у подацима.

Посебан циљ истраживања, које подразумева дефинисање праваца истраживања докторске дисертације, односно:

- Развој метода за екстракцију и селекцију атрибута користећи доменско знање;
- Креирање виртуелних узорака користећи доменско знање.

Радови попут [4, 7, 6] су већ показали да коришћењем доменског знања могу да се изведу нови атрибути и њихова селекција доприносе побољшању перформанси модела. Такође, коришћење виртуелних узорака доводи до сличних или бољих перформанси [5, 9, 10]. Регуларизација која користи доменско знање је већ довело до значајних побољшања у перформанса модела [3, 2], међутим потребно је омогућити интеграцију доменског знања. Кандидат ће се током израде докторске дисертације фокусирати на интеграцију медицинског знања у процес откривања законитости у медицинским подацима.

Референце:

1. Domingos, P. (2012). A few useful things to know about machine learning. *Communications of the ACM*, 55(10), 78-87.
2. Kamkar, I., Gupta, S. K., Phung, D., & Venkatesh, S. (2015). Stable feature selection for clinical prediction: Exploiting ICD tree structure using Tree-Lasso. *Journal of biomedical informatics*, 53, 277-290.
3. Liu, J., & Ye, J. (2010). Moreau-Yosida regularization for grouped tree structure learning. In *Advances in Neural Information Processing Systems* (pp. 1459-1467).
4. Lu, S., Ye, Y., Tsui, R., Su, H., Rexit, R., Wesaratchakit, S., ... & Hwa, R. (2013, October). Domain ontology-based feature reduction for high dimensional drug data and its application to 30-day heart failure readmission prediction. In *Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing (Collaboratecom), 2013 9th International Conference Conference on* (pp. 478-484). IEEE.
5. Niyogi, P., Girosi, F., & Poggio, T. (1998). Incorporating prior information in machine learning by creating virtual examples. *Proceedings of the IEEE*, 86(11), 2196-2209.
6. Radovanovic, S., Vukicevic, M., Kovacevic, A., Stiglic, G., & Obradovic, Z. (2015). Domain knowledge based hierarchical feature selection for 30-day hospital readmission prediction. In *Artificial Intelligence in Medicine* (pp. 96-100). Springer International Publishing.
7. Ristoski, P., & Paulheim, H. (2014, October). Feature selection in hierarchical feature spaces. In *Discovery Science* (pp. 288-300). Springer International Publishing.
8. Tan, P. N., Steinbach, M., & Kumar, V. (2006). *Introduction to data mining* (Vol. 1). Boston: Pearson Addison Wesley.
9. Vukicevic, M., Radovanovic, S., Kovacevic, A., Stiglic, G., & Obradovic, Z. (2015). Improving Hospital Readmission Prediction Using Domain Knowledge Based Virtual Examples. In *Knowledge Management in Organizations* (pp. 695-706). Springer International Publishing.

10. Vukićević, M., Radovanović, S., Kovačević, A., Delibašić, B., Suknović, M., Obradović, Z., Štiglic, G., Kalousis, A. (2015). Privacy Preserving DSS for reducing Hospital Readmission rates based on predictive models and knowledge and data sharing. *Proceedings of the 1st International Conference on Decision Support Systems Technologies – ICDSSST 2015* (pp. 52). Belgrade, Serbia.

3. Полазне хипотезе

На основу задатих циљева, проучавања истраживања из релевантне литературе и њихових закључака, могу се дефинисати хипотезе, као претпоставке које се могу експериментално верификовати.

Општа хипотеза је да се **укључивањем доменског знања у развој модела откривања законитости у подацима побољшавају перформансе модела**. Верификовањем ове хипотезе би се отворио простор за развој алгоритама или унапређење постојећих алгоритама који интегришу доменско знање током развоја модела одлучивања.

Посебне хипотезе јављају се у виду претпоставки које произилазе из основне хипотезе и које је могуће верификовати. Претпоставља се да **креирање нових, изведених атрибута из онтологија и таксономија резултује у побољшању перформанси алгоритама**. Верификовање ове хипотезе мотивише истраживање интегрисања различитих извора, не само онтологија и таксономија, у развој модела откривања законитости у подацима.

Даље, претпоставља се да **селекција атрибута користећи онтологије и таксономије унапређује перформансе модела откривања законитости у подацима**. Верификовањем ове хипотезе даје се практичан мотив за коришћење овог приступа.

На крају, претпоставка је да **прављење виртуелних примера користећи онтолошко знање представља компетентну стратегију (у смислу перформанси предиктивног модела) која чува приватност података**. Верификовањем ове хипотезе омогућиће се размена података у областима где она није могућа а резултати ће бити исти или бољи као да су подаци дељени.

4. Научне методе истраживања

Наведене хипотезе ће бити верификоване строгом научном методологијом, заснованом на емпиријској (експерименталног потврди). Кандидат ће користити следеће научне методе истраживања:

- **Метода дескрипције** која ће се користити за описивања појава и процеса од интереса, уз објашњења важних обележја описаних појава и процеса, уочавање законитости и узрочних веза и односа;
- **Метода анализе** ће се употребљавати кроз поступак научног истраживања рашчлањивањем сложених појмова, судова и закључака на њихове једноставније саставне делове и елементе, односно кроз поступак мишљења од посебног ка општем;
- Примена **метода синтезе** ће се примењивати путем спајања једноставних судова у сложеније и кроз процес уопштавања, чиме ће се доћи до систематизованог знања, односно до изградње теоријског знања у правцу од посебног ка општем;
- **Метода компилације** која подразумева критичко разматрање туђих опажања, ставова и закључака, односно њиховог научно-истраживачког рада, а како би

дисертација у највећој мери носила лични печат аутора, који ће коректно и на уобичајен начин цитирати сваки материјал који је преузео;

- **Компаративна метода** ће се користити кроз поступак упоређивања резултата модела, а ради утврђивања њихове сличности у понашању и разлика међу њима;
- **Математичка метода** ће се употребити кроз системски поступак који се састоји у примени математичке логике, релација, симбола и операција у научно-истраживачком раду;
- **Метода моделирања** која ће се применити кроз развој модела који треба да представља стварну појаву, а који се експериментално истражује са циљем да се добијени резултати и модели могу пренети и на реалну појаву;
- **Метода мерења** која ће се користити са циљем да се добију резултати предложених решења (модела), који ће служити за поређење квалитета различитих решења;
- **Статистичка метода** ће се примењивати ради утврђивања статистичке значајности перформанси различитих алгоритама.

Експерименти ће се спроводити на истој, јасно дефинисаној хардверској и софтверској инфраструктури чиме ће се омогућити транспарентност и поновљивост свих експеримената, а сва поређења ће бити фер и коректна. Сви експерименти ће се проверавати на што већем броју примера, како закључци не би били појединачни, већ генерални. Резултати добијени спровођењем експеримената ће бити анализирани и из њих ће бити изведени закључци, објашњења, подразумевајући и нова истраживачка питања која ће се тиме отворити.

5. Очекивани научни допринос

Предложена тема је истраживачки врло релевантна, интересантна и базира се на актуелним истраживањима у области и може изродити ни доприноса научној заједници, међу којима вреди истаћи следеће:

- Сачињавање и систематизација прегледа литературе из области интегрисања доменског знања у развој модела откривања законитости у подацима, који се могу искористити за генерализацију.
- Примена и детаљна анализа предложене методологије за екстракцију атрибута на реалним подацима, као и поређење са другим приступима из литературе.
- Развој методологије за креирање виртуелних примера користећи доменско знање из онтологије.
- Примена и детаљна анализа предложене методологије за креирање виртуелних примера на реалним подацима, као и поређење са другим приступима из литературе.

Истраживање а овој теми ће сигурно произвести и низ стручних доприноса, попут:

- Развој софтверског алата за укључивање медицинског доменског знања у развој модела откривања законитости у подацима.

- Повећање ефикасности и ефективности интегрисања доменског знања у развој модела откривања законитости у подацима.

6. План истраживања и структура рада

Истраживање ће се обавити у следећим фазама:

Фаза 1:

- Истраживање и систематизација релевантне литературе;
- Систематизација методолошких приступа коју су примењивали слични радови из литературе, због лакшег поређења са постојећим резултатима;
- Преглед и поређење доступних софтверских алата и практичне употребљивости предложеног приступа, посебно ради проширивања неког од постојећих алата.

Фаза 2:

- Обезбеђивање скупова података неопходних за спровођење експеримената;
- Претраживање доступних медицинских база података;
- Истраживање и претраживање других области где је доминантно доменско знање.

Фаза 3:

- Прецизирање коначних хипотеза методе за екстракцију атрибута из доменског знања, које се могу експериментално тестирати;
- Креирање експеримената за њихово тестирање, на начин који ће омогућити проверу резултата и поређење са досадашњим резултатима доступним у литератури;
- Спровођење експеримената на дефинисаној инфраструктури у контролисаним условима.

Фаза 4:

- Прецизирање коначних хипотеза методе за креирање виртуелних узорака из доменског знања, које се могу експериментално тестирати;
- Креирање експеримената за њихово тестирање, на начин који ће омогућити проверу резултата и поређење са досадашњим резултатима доступним у литератури;
- Спровођење експеримената на дефинисаној инфраструктури у контролисаним условима.

Фаза 5:

- Бележење података из експеримената;
- Приказивање и тумачење резултата;
- Евентуалне промене и понављање модификованих (унапређених) експеримената, а на основу сазнања из првих резултата;
- Дискусија резултата и отворених истраживачких питања.

7. Закључак и предлог

Закључујемо да је предложена тема „Интегрисање доменског знања у развој модела откривања законитости у подацима“ актуелна и релевантна у датој ужој научној области моделирање пословних система и пословно одлучивање, као и да су очекивани научни доприноси интересантни како научној, тако и стручној заједници.

Кандидат Сандро Радовановић, на основу претходног образовања, истраживачког рада, извођења наставе, учешћа у пројектима и другим активностима из области предложене теме доктората, поседује знања, искуства и квалификације да самостално истражује тему.

Као ментор се предлаже проф. др Милија Сукновић, редовни професор Факултета организационих наука, Универзитета у Београду.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Проф. др Милија Сукновић
редовни професор
Факултет организационих наука
Универзитета у Београду

Проф. др Борис Делибашевић
ванредни професор
Факултет организационих наука
Универзитета у Београду

Проф. др Зоран Обрадовић
редовни професор
Центар за анализу података и биомедицинску информатику
Темпл универзитет