

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Дражена Драшковића, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, за израду докторске дисертације под називом „Софтверски систем за учење алгоритама вештачке интелигенције“.

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду бр. 5001/11-1 од 13. 7. 2017. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Дражена Драшковића**, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **„Софтверски систем за учење алгоритама вештачке интелигенције“** (енг. **Software system for learning artificial intelligence algorithms**).

Комисија предлаже промену наслова теме у:

„Софтверски систем за учење и примену алгоритама вештачке интелигенције“
(енг. **Software system for learning and application of artificial intelligence algorithms**)

На основу материјала приложеног уз захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Дражен Драшковић рођен је 16. децембра 1985. године у Београду, Република Србија. Гимназију у Смедереву, природно-математичког смера, завршио је са одличним успехом 2004. године. Током школовања освајао је награде на регионалним и републичким такмичењима из математике, физике и информатике, био је учесник Школе младих математичара „Архимедес“ и учесник летњих научних школа из физике и информатике, у истраживачкој станици Петница.

Након завршене средње школе, уписао је Одсек за софтверско инжењерство, Електротехничког факултета Универзитета у Београду, са максималним бројем освојених поена на пријемном испиту из математике и освојеном стипендијом за основне студије на тада самофинансирајућем одсеку. Као први студент Одсека за софтверско инжењерство, дипломирао је 2009. године, са просечном оценом 8.76. Дипломски рад, под називом „Систем за управљање и уређивање веб садржаја“ и руководством ментора др Бошка Николића, био је практичног карактера и тај систем се активно користио у Министарству просвете, науке и технолошког развоја.

Дипломске академске студије - мастер, уписао је 2009. године на Електротехничком факултету у Београду, модул Софтверско инжењерство. Мастер студије је завршио 2011. године са просечном оценом 9.5. Завршни мастер рад, под називом „Софтверски систем за учење експертских система“, и под менторством проф. др Бошка Николића, одбранио је са оценом 10. У току 2010. године боравио је у истраживачко-развојном центру компаније IBM у Штутгарту (Немачка), на пројекту „*Smarter Planet*“, у склопу летње праксе најбољих мастер студената електротехнике и рачунарства из Европе, Средњег Истока и Африке. Докторске студије уписао је у децембру 2011. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду на модулу Софтверско инжењерство.

У току својих основних студија, био је ангажован од марта 2008. до децембра 2009. године на позицији програмера у Рачунском центру Електротехничког факултета, на већем броју софтверских пројеката, које је радио и самостално и у тиму.

Од јануара 2010. године запослен је као сарадник у настави на Катедри за рачунарску технику и информатику Електротехничког факултета у Београду, а од октобра 2012. налази се на позицији асистента. Тренутно је ангажован као асистент и изводи аудиторне и лабораторијске вежбе на 10 предмета на основним и мастер академским студијама: Принципи софтверског инжењерства, Интелигентни системи, Програмирање интернет апликација, Тестирање софтвера, Рачунарске мреже 1, Рачунарске мреже 2, Интернет програмирање, Управљање софтверским пројектима, Проналажење скривеног знања и Обрада природних језика. Учествовао је у настави на још четири предмета.

Хонорарни је сарадник Високе школе електротехнике и рачунарства у Београду, где држи два предмета из области интернет технологија. Радио је хонорарно као стручни сарадник и софтверски инжењер на неколико софтверских пројеката у државним и међународним институцијама.

Члан је интернационалних струковних организација IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) од 2013. године и ACM (*Association for Computing Machinery*) од 2016. године. У организацији IEEE од јануара 2017. године налази се на позицији секретара и благајника за секцију *Serbia and Montenegro*, одељак *Computational Intelligence*. Био је активан члан радне групе Факултета у процедури самовредновања и провере квалитета и процесу акредитације Факултета и свих студијских програма (од 2012.) и члан Радне групе за сарадњу са привредом и компанијама (од 2016.). Са успехом је водио такмичаре из информатике и објектно-оријентисаног програмирања на Електријадама 2014. и 2015. године и на алгоритамском такмичењу „*ACM International Collegiate Programming Contest SEERC*“ 2016. у Букурешту (5. место у Југоисточној Европи). Волонтерски је радио у домену своје струке за Савез извиђача Србије, европско удружење студената електротехике *EESTEC*, Евровизију 2008, Универзијаду 2009 и Црвени крст Србије. Пише стручне текстове за српски ИТ магазин „*PC Press*“.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Област истраживања Дражена Драшковића укључује вештачку интелигенцију и интелигентне системе, методологије пројектовања и тестирања софтверских система и примену различитих алгоритама из области вештачке интелигенције у софтверским системима базираним на интернет и мобилним технологијама. Међу важним истраживањима у којима је учествовао могу се издвојити: примена интелигентних система у паметним кућама, током стручне праксе у компанији IBM, реализација модела паметног паркинга

базирана на алгоритмима претраживања и бежичним сензорским мрежама и реализација интелигентног система у области медицинске информатике.

Дражен Драшковић је уписао докторске студије школске 2011/2012. године на модулу Софтверско инжењерство. У досадашњем току докторских студија положио је све испите са просечном оценом 10,00. Списак положених испита дат је у следећој табели:

Назив предмета	Оцена	ЕСПБ	Предметни наставник
Вештачка интелигенција и експертски системи	10 (десет)	9	Николић Бошко
Софтверска техника	10 (десет)	9	Бојић Драган
Моделовање и мерење рачунарских перформанси	10 (десет)	9	Протић Јелица
Интернет програмирање	10 (десет)	9	Николић Бошко
Енглески језик	10 (десет)	6	Ђурић Милош
Принципи програмских језика	10 (десет)	9	Томашевић Мило
Аутоматско резоновање	10 (десет)	9	Лутовац Татјана
ТИЦП/ИП архитектура	10 (десет)	9	Гајин Славко
Медицинска информатика	10 (десет)	9	Вулетић Павле
Сигурност и заштита рачунарских система	10 (десет)	9	Јовановић Зоран

Кандидат је испунио и све обавезе предвиђене наставним планом и програмом докторских студија: Студијски истраживачки рад I (15 ЕСПБ), Студијски истраживачки рад II (15 ЕСПБ) и Научно стручни рад (3 ЕСПБ). Кандидат је током докторских студија до сада остварио укупно 120 ЕСПБ. Период од 2011. до 2017. године провео је у истраживању и припреми докторске дисертације, под менторством проф. др Бошка Николића и доц. др Милоша Цветановића. Тема која је предложена за докторску дисертацију припада области вештачке интелигенције и софтверског инжењерства, али се предвиђени резултати ове дисертације могу применити и у другим областима, што теми даје и мултидисциплинарни карактер.

Кандидат је био ангажован на софтверским пројектима међународних организација *United Nations Office for Project Services (UNOPS)* и *World Health Organization (WHO)*, и то на позицијама софтверског архитекта и интегратора софтверски система, у току 2013. и 2014. године. У току рада на Факултету био је учесник једног пројекта Катедре за РТИ, у сарадњи са *WUS Austria*, два билатерална пројекта у сарадњи са Факултетом за рачунарство и информатику Универзитета у Љубљани и једног пројекта код Министарства науке и технолошког развоја Републике Србије (циклус пројекта 2011-2017). Учествовао је у тиму развоја пројекта Рачунског центра ЕТФ-а - *Факултетски информациони систем*, као јуниор софтверски инжењер и у дефинисању архитектуре система за *Јединствени информациони систем просвете (ЈИСП) Републике Србије*. Предавач је при Иновационом центру ЕТФ-а, од јануара 2010. године, на курсевима Јава програмски језик (основни и напредни курс), Основе веб програмирања (прог. језик *PHP* и *MySQL*), Јава веб програмирање, Програмирање мобилних апликација у Андроиду и Функционално програмирање (прог. језик *Python*). До сада је одржао преко 20 стручних програмерских курсева и тренинга у многим организацијама и компанијама у Србији.

Досадашњи резултати кандидата приказани су у виду 30 научних радова, од чега су два рада у међународним часописима са *impact factor-om* (са *SCI* листе), 10 радова у зборницима међународних скупова, два рада у домаћим часописима и 16 радова у зборницима скупова националног значаја. Дражен Драшковић је коаутор два техничка решења и три уџбеника на Електротехничком факултету Универзитета у Београду: Програмирање Интернет апликација

- уџбеник са збирком задатака (електронско издање), Основи рачунарске технике - Прекидачке мреже - збирка решених задатака (штампано издање) и Практикум из Основа рачунарске технике (штампано издање).

У наставку је дат списак публикација на којима је Дражен Драшковић коаутор:

I Категорија M20 - Радови објављени у научним часописима међународног значаја

- 1.1 **Draskovic, D.**, Misic, M., Stanisavljevic, Z., “**Transition from traditional to LMS supported examining: A case study in computer engineering**”, *Computer Applications in Engineering Education*, Vol. 24, No. 5, pp. 775-786, Wiley, Sept. 2016. [M23, IF = 0.694], DOI: 10.1002/cae.21750, ISSN: 1099-0542
- 1.2 Milutinovic, V., Vujicic-Stankovic, S., Jovic, A., **Draskovic, D.**, Misic, M., Furundzic, D., “**A New Course on R&D Project Management in Computer Science and Engineering: Subjects Taught, Rationales Behind, and Lessons Learned**”, *Advances in Computers*, Vol. 106, pp. 1-19, Elsevier Science, Jun 2017. [M23, IF = 0.789], DOI: 10.1016/bs.adcom.2017.04.001, ISBN13: 978-0-12-812230-3

II Категорија M30 - Зборници међународних научних скупова

(сви радови су поткатегорије M33 - Саопштења са међународних скупова штампана у целини)

- 2.1 **Draskovic, D.**, Gencel, V., Zitnik, S., Bajec, M., Nikolic, B., “**A Software Agent for Social Networks using Natural Language Processing Techniques**”, 24th Telecommunications Forum "TELFOR 2016", IEEE Serbia & Montenegro, Belgrade, Serbia, Nov, 2016, DOI: 10.1109/TELFOR.2016.7818921
- 2.2 Delcev, S., Vukasovic, M., **Draskovic, D.**, Radojevic, D., Jankovic, M., Bajec, M., Nikolic, B., “**Testing Artificial Intelligence Knowledge with Interactive Web System**”, 24th Telecommunications Forum "TELFOR 2016", IEEE Serbia & Montenegro, Belgrade, Serbia, Nov, 2016, DOI: 10.1109/TELFOR.2016.7818922
- 2.3 Milenkovic, K., **Draskovic, D.**, Nikolic, B., “**Educational software system for reasoning and decision making using Bayesian networks**”, *Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 2014 IEEE, pp. 1189-1194, IEEE, Istanbul, Apr, 2014, DOI: 10.1109/EDUCON.2014.7130489
- 2.4 **Drašković, D.**, Nikolić, B., “**Software System for Expert Systems learning**”, *IEEE Africon 2013*, pp.870-875, IEEE, Mauritius, Sep, 2013, DOI: 10.1109/AFRCON.2013.6757804
- 2.5 Žitnik, S., Šubelj, L., Janković, M., Furlan, B., **Drašković, D.**, Kojić, N., Mišić, M., Bajec, M., “**Iterative End-to-end Information Extraction based on Linear Models**”, *Proceedings of the 22nd International Electrotechnical and Computer Science Conference ERK 2013*, pp. B47-B50, IEEE Slovenian Section, Portorož, Slovenia, Sep, 2013
- 2.6 Pavković, M., **Drašković, D.**, Šubelj, L., Žitnik, S., Lavbič, D., Janković, M., Protić, J., Nikolić, B., “**Intelligent techniques for searching Internet forums**”, *Proceedings of the 22nd International Electrotechnical and Computer Science Conference ERK 2013*, pp. B85-B88, IEEE Slovenian Section, Portorož, Slovenia, Sep, 2013.
- 2.7 **Drašković, D.**, Nikolić, B., Milutinović, V., “**A Classification of Mutational Approaches for Genetic Search**”, *IEEE International Conference on Industrial*

Technology - ICIT 2012, pp. 260-264, IEEE Industrial Electronics Society, Athens, Greece, Mar, 2012, DOI: 10.1109/ICIT.2012.6209948

- 2.8 **Drašković, D., Vukićević, S., "A Model of Software System for Parking Using Search Algorithms"**, *MIPRO 2012, 35th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics*, pp. 1098-1103, IEEE and MIPRO Croatian Society, Opatija, Croatia, May, 2012, *Electronic ISBN: 978-953-233-068-7, Print ISBN: 978-1-4673-2577-6*
- 2.9 Vukićević, S., **Drašković, D., "Process of moving from Waterfall to Agile Project Management Model"**, *XIII International Symposium "SymOrg 2012" – Symposium Proceedings*, pp. 1581-1586, University of Belgrade, Faculty of Organizational Sciences, Zlatibor, Serbia, Jun, 2012, ISBN 978-86-7680-255-5
- 2.10 **Drašković, D., Milutinović, V., "Hybrid Approaches to Mutation in Genetic Search Algorithms"**, *Intelligent Systems (IS), 2012 6th IEEE International Conference*, pp. 336-340, IEEE, Sofia, Bulgaria, Sep, 2012, DOI: 10.1109/IS.2012.6335157, *Print ISBN: 978-1-4673-2276-8*

III Kategorija M50 - Часописи националног значаја

- 3.1 Radivojević, D., **Drašković, D., Radivojević, Z., Cvetanović, M., "Java Based Tool for Fault Detection Processing and Result Visualization"**, *SERBIAN JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING*, Vol. 10, No. 1, pp. 185-198, Februar 2013. [M51], DOI: 10.2298/SJEE1301185R, *Printed Version: ISSN 1451-4869*
- 3.2 Divjak, V., **Drašković, D., Furlan, B., Nikolić, B., "Vizuelni simulator kretanja čestica pod uticajem vektorskih polja"**, *INFO M*, Vol. 51, pp. 41-47, October 2014. [M51], UDC: 514.7:004.7, ISSN: 1451-4397

IV Kategorija M60 - Зборници скупова националног значаја

(сви радови су поткатеорије M63 - Саопштења са скупова националног значаја штампана у целини)

- 4.1 Vukasović, M., Mićović, M., Radenković, U., Jocović, V., **Drašković, D., „Primena virtuelne stvarnosti u okviru medicinskih tretmana"**, *23. konferencija "JU INFO" - Zbornik radova*, Društvo za informacione sisteme i računarske mreže, Kopaonik, Srbija, Mar, 2017.
- 4.2 **Drašković, D., Mićović, M., Radenković, U., Vukasović, M., Delčev, S., Jocović, V., Šuštran, Ž., Nikolić, B., „Realizacija veb sistema za upravljanje i nadgledanje softverskih projekata"**, *23. konferencija "JU INFO" - Zbornik radova*, Društvo za informacione sisteme i računarske mreže, Kopaonik, Srbija, Mar, 2017.
- 4.3 Prodanov, M., **Drašković, D., „Softverska simulacija inteligentnog sistema baziranog na algoritmima pretraživanja"**, *22. konferencija "YU INFO" - Zbornik radova*, pp. 379-383, Društvo za informacione sisteme i računarske mreže, Kopaonik, Srbija, Mar, 2016, ISBN: 978-86-85525-17-9
- 4.4 Tubić, S., **Drašković, D., „Realizacija algoritma A* u kompjuterskoj igri"**, *59. konferencija "ETRAN 2015" - Zbornik radova*, Društvo za elektroniku, telekomunikacije, računarstvo, automatiku i nuklearnu tehniku, Srebrno jezero, Srbija, Jun, 2015, ISBN: 978-86-80509-71-6

- 4.5 Stanisavljević, Ž., **Drašković, D.**, Mišić, M., „**Primena Moodle platforme u nastavi računarske tehnike i informatike**“, *22nd Telecommunications Forum TELFOR 2014 - Zbornik radova*, Beograd, pp. 1039-1042, Nov, 2014, DOI: 10.1109/TELFOR.2014.7034584
- 4.6 Vukićević, S., **Drašković, D.**, „**Analiza stanja e-trgovine u Srbiji zasnovana na faktorima koji utiču na njen razvoj**“, *20. konferencija "YU INFO" - Zbornik radova*, pp. 1-6, Društvo za informacione sisteme i računarske mreže, Kopaonik, Srbija, Mar, 2014, ISBN: 978-86-85525-13-1
- 4.7 **Drašković, D.**, Marjanović, A., Vitorović, N., Mitrović, I., Popović, M., Protić, J., „**Prikupljanje podataka na Elektrotehničkom fakultetu za U-Multirank rangiranje Univerziteta u Beogradu**“, *20. skup "Trendovi razvoja" - Zbornik radova*, pp. 34-37, Univerzitet u Novom Sadu - Fakultet tehničkih nauka, Kopaonik, Srbija, Mar, 2014, ISBN: 978-86-7892-594-8
- 4.8 **Drašković, D.**, Nikolić, B., „**Edukacioni sistem CSP u nastavi iz ekspertskih sistema**“, *IV naučni skup "Mreža" (zbornik radova)*, pp. 13-17, Univerzitet "Singidunum", Valjevo, Srbija, Jun, 2013, ISBN: 978-86-7912-477-7
- 4.9 **Drašković, D.**, Nikolić, B., „**Analiza edukacionih simulatora u nastavi iz veštačke inteligencije**“, *57. konferencija "ETRAN 2013" - Zbornik radova*, Društvo za elektroniku, telekomunikacije, računarstvo, automatiku i nuklearnu tehniku, Zlatibor, Srbija, Jun, 2013, ISBN: 978-86-80509-68-6
- 4.10 **Drašković, D.**, „**Simulator genetskog algoritma za ciljano pretraživanje na internetu**“, *XII međunarodni naučno-stručni simpozijum "Infoteh 2013" - zbornik radova*, pp. 910-914, Elektrotehnički fakultet Istočno Sarajevo, Jahorina, Republika Srpska, Mar, 2013, ISBN: 978-99955-763-1-8
- 4.11 Kojić, N., Oklapi, E., **Drašković, D.**, Protić, J., „**Softverska realizacija jezgra za analitičku i simulacionu evaluaciju performansi računarskih sistema**“, *Konferencija "YU INFO 2013" - zbornik radova*, pp. 548-553, Društvo za informacione sisteme i računarske mreže, Kopaonik, Srbija, Mar, 2013, ISBN: 978-86-85525-11-7
- 4.12 Protić, J., Marjanović, A., **Drašković, D.**, Kojić, N., Romić, U., Marković, D., „**Softverski aspekti procedure samovrednovanja Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu**“, *Konferencija "YU INFO 2013" - zbornik radova*, pp. 595-600, Društvo za informacione sisteme i računarske mreže, Kopaonik, Srbija, Mar, 2013, ISBN: 978-86-85525-11-7
- 4.13 **Drašković, D.**, „**Pregled i analiza platformi računarskih oblaka**“, *56. konferencija "ETRAN 2012" - zbornik radova*, Društvo za elektroniku, telekomunikacije, računarstvo, automatiku i nuklearnu tehniku, Zlatibor, Srbija, Jun, 2012. ISBN: 978-86-80509-67-9
- 4.14 Radivojević, D., **Drašković, D.**, Radivojević, Z., Cvetanović, M., „**Jedna implementacija alata za obradu i vizuelizaciju signala u Java programskom jeziku**“, *56. konferencija "ETRAN 2012" - zbornik radova*, pp. RT1.7-1-RT1.7-4, Društvo za elektroniku, telekomunikacije, računarstvo, automatiku i nuklearnu tehniku, Zlatibor, Srbija, Jun, 2012, ISBN: 978-86-80509-67-9
- 4.15 Vukićević, S., **Drašković, D.**, „**Dizajn sistema za parkiranje baziran na pametnim telefonima i senzorima**“, *18. konferencija "YU info 2012" - zbornik radova*, pp. 530-534, Društvo za informacione sisteme i računarske mreže, Kopaonik, Srbija, Mar, 2012, ISBN: 978-86-85525-09-4

- 4.16 **Drašković, D.**, Batanović, V., Nikolić, B., „**Softverski sistem za učenje ekspertskih sistema**“, 18th *Telecommunications Forum TELFOR 2010 - Zbornik radova*, pp. 1129-1132, Društvo za telekomunikacije Beograd, Beograd, Srbija, Nov, 2010, ISBN: 978-1-4673-2984-2

V Категорија M80 - Техничка и развојна решења

- 5.1 Bojović, M., Bojić, D., Kojić, N., **Drašković, D.**, „**Diogen - Mutant ekstenzija alata za automatizovano testiranje na bazi gramatičke specifikacije ulaznih sekvenci**“, *Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu*, Projekat Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja TR 32047 (2011-2017), period izrade sistema: Nov 2014 - Nov 2015, **softverski sistem [M85]**
- 5.2 Bojović, M., Bojić, D., Kojić, N., **Drašković, D.**, „**Diogen - GUI ekstenzija alata za automatsko testiranje na bazi gramatičke specifikacije ulaznih sekvenci**“, *Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu*, Projekat Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja TR 32047 (2011-2017), period izrade sistema: Aug 2014 - Nov 2015, **softverski sistem [M85]**

Дана 14. јула 2017. године, кандидат Дражен Драшковић је на Електротехничком факултету Универзитета у Београду усмено полагао испит о подобности предложене теме докторске дисертације и кандидата (докторски испит), пред комисијом у саставу:

- др Јелица Протић, ванредни професор, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет,
- др Зоран Шеварац, доцент, Универзитет у Београду - Факултет организационих наука,
- др Александар Ракић, ванредни професор, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет.

На јавној усменој одбрани предложене теме Комисија је кандидата оценила оценом задовољно. Комисија је предложила измену наслова теме, због ширих доемета предвиђеног садржаја тезе.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Комисија је размотрила све претходно наведене резултате досадашњег рада кандидата Дражена Драшковића, узимајући у обзир положене испите и стручне обавезе током докторских студија, остварено учешће у стручним пројектима, успешну одбрану теме докторске дисертације и до сада објављене научне радове у часописима и на научно-стручним скуповима, чиме је кандидат показао да је стекао неопходно искуство за самосталан научно-истраживачки рад. Комисија сматра да је кандидат способан да током израде докторске дисертације оствари резултате, који могу бити приказани и верификовани од стране међународне научне заједнице. Комисија даје позитиван став да кандидат Дражен Драшковић настави са својим истраживачким радом и констатује да кандидат испуњава све потребне и формалне услове да приступи изради докторске дисертације под називом „Софтверски систем за учење и примену алгоритама вештачке интелигенције“.

2. Предмет и циљ истраживања

Вештачка интелигенција је научна дисциплина која има за циљ да учи и развија интелигентне машине и софтверске системе, који обављају послове који захтевају неку врсту резоновања, односно закључивања, што је својствено људској интелигенцији [1]. Изучавање области вештачке интелигенције обухвата хеуристичке алгоритме за претраживање и планирање, формалне начине за репрезентацију знања и резоновања, технике машинског учења, методе које се примењују на проблеме као што су разумевање говора и језика, компјутерски вид и роботика. Алгоритми из ове области данас се користе у широком спектру других области укључујући медицинске дијагнозе, контролу роботских система, управљање индустријским системима, телекомуникације, финансије и трговину акцијама на берзи, индустрију игара [2], музичку индустрију и многе друге [3].

Због комплексности алгоритама из области вештачке интелигенције постоји потреба за системом који би омогућио коришћење како у свакодневном раду, тако и у процесу образовања [4][5]. Предмет овог рада је евалуација постојећих система у области вештачке интелигенције и предлог новог система који би корисницима, односно инжењерима омогућио симулацију различитих алгоритама са циљем да стекну увид у могуће ефекте одређених алгоритама и на тај начин лакше одаберу адекватан алгоритам за специфичне потребе, али и да кроз симулацију на оптималан начин одреде параметре са којима би требали да користе одређене алгоритме [6][7][8]. Систем би такође био прилагођен студентима који би систем могли да користе у оквиру наставе са циљем лакшег разумевања суштине вештачке интелигенције [9].

Технике електронског учења (е-учења), учења на даљину (енг. *distance learning*) и самосталног учења (енг. *selflearning*) примењују се у великој мери у образовању [10]. Системи реализовани на овим техникама све више се користе у системима образовања, како у основним и средњошколским системима [11], тако и на факултетима [12]. Универзитетски курсеви преселили су се у највећој мери на Интернет, нудећи кроз веб системе предавања, електронске материјале и форуме за дискусију студената. Са друге стране, испитивања и електронске провере знања се много спорије пребацују у облачне (енг. *cloud*) технологије. Популарни веб системи за учење (енг. *Learning Management System, LMS*) нашли су примену и у курсевима учења на даљину, али и као наставно средство у традиционалним курсевима високошколског образовања [13]. Постоји много позитивних извештаја када је у питању коришћење LMS у образовању, јер помажу наставницима код организације предмета са већим бројем студената. Такође, неколико студија је показало да овакви системи за е-учење и учење на даљину имају позитивне ефекте на учење код студената, уколико се адекватно примењују у оквиру академских курсева. Неки од познатих LMS су: *Blackboard*, *Moodle*, *Desire2Learn* и *Canvas*. Да би бенефит од коришћења оваквих система био већи, за самостално учење неопходно је развити и специфичне софтверске системе, који би студентима помогли да савладају одређено градиво [14]. Систем који ће бити реализован у овој докторској дисертацији биће заснован на искуствима и принципима који долазе из области е-учења и самосталног учења.

У рачунарским наукама, осим LMS, као помоћни софтверски алати у образовању студената најчешће се користе имплементације софтверским система за учење концепата хардверских система, попут симулација за архитектуру и организацију рачунара, симулација за рачунарске мреже и основне протоколе у локалним мрежама и на интернету, визуелни симулатори за учење основних алгоритама и структура података и алгоритама заштите

података [15]. У области вештачке интелигенције, постоји неколико система који се користе у настави на светским универзитетима.

Циљ овог рада је да моделовање и реализација софтверског система за симулацију и визуелизацију алгоритама вештачке интелигенције почев од основних стратегија претраге – алгоритама претраживања и алгоритама теорије игара, алгоритама закључивања и модела представљања знања, коришћењем предикатске и фази (енг. *fuzzy*) логике, све до напредних техника претраге, стабала одлучивања, машинског и индуктивног учења. Наведени алгоритми су веома апстрактни и нејасни студентима, па би прављење јединственог софтверског система помогло у разумевању и савладавању градива. Захтеви које такав систем треба да задовољи су: 1) заједнички графички кориснички интерфејс за све симулације алгоритама, интуитивне команде и опције, као и једноставност за рад; 2) симулација корак-по-корак за сваки алгоритам и праћење алгоритма у реалном времену; 3) добар степен интеракције између корисника и система; 4) могућност прављења сопствених примера и измене улазних параметара у симулацијама; 5) снимање тренутно примера и учитавање раније направљених примера; 6) могућност прављења електронских тестова, који би били засновани на градиву које студенти савладају кроз софтверски систем, реализацијом у истом систему или убацивањем питања и одговора у неки од LMS. Истраживање би било засновано на дефинисању и анализи функционалних захтева методама случајева коришћења (енг. *use case*) и приче (енг. *story*), дизајнирању и моделовању, кодирању и тестирању оваквог софтверског система. Такође, истраживање ће бити усмерено на дизајнирању система за различите платформе, тако да се мањим променама у коду, исти програмски код може искористити за реализацију и десктоп и мобилне апликације, пошто су такве апликације на мобилним уређајима све популарније у образовању [16]. Коришћењем исте логике и функционалности овог софтверског система, биће показана и трансформација овог софтверског система у игру.

У оквиру истраживања биће обављена евалуација предложеног система кроз низ експеримената. Експерименти ће обухватити примену у образовном процесу кроз интеграцију у постојећи курс намењен интелигентним системима, примену у разнородним областима у циљу решавања сложених инжењерских проблема попут налажења слободног паркинг места у оквиру великих паркинга покривених бежичним сензорским мрежама, закључивања помоћу различитих врста алгоритама и алгоритама машинског учења на основу великих података (енг. *big data*) или као помоћ лекару у одређивању терапије коришћењем техника одлучивања (енг. *decision making systems*).

2.1 Релевантни библиографски извори за предложено истраживање

- [1] Russell, I., Markov, Z., Neller, T., Coleman, S., "MLexAI: A Project-Based Application-Oriented Model," *Journal ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, vol. 10, issue 3 (2010)
- [2] Hill, R., Van den Hengel, A., "Experiences with simulated robot soccer as a teaching tool", 3rd International Conference on Information Technology and Applications, ICITA 2005, pp. 387 - 390
- [3] Jabbar, H., Khan, R., "Survey on Development of Expert System from 2010 to 2015," *Proceedings of the Second International Conference on Information and Communication Technology for Competitive Strategies*, article no. 130, Udaipur, India, March 2016
- [4] Amershi, S., Arksey, N., Carenini, G., Conati, C., Mackworth, A., Maclaren, H., Poole, D., "Designing CIspace: pedagogy and usability in a learning environment for AI," *Proceedings of the 10th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education*, Caparica, Portugal, 2005, pp. 178-182

- [5] Markov, Z., Russell, I., Neller, T., Coleman, S., "Enhancing undergraduate AI courses through machine learning projects", Proceedings 35th Annual Conference Frontiers in Education, 2005, pp. T3E - 21
- [6] McGovern, A., Tidwell, Z., Rushing, D., "Teaching Introductory Artificial Intelligence through Java-Based Games," Proceedings of the 2nd Symposium on Educational Advances in Artificial Intelligence, Association for the Advancement of Artificial Intelligence, July 2011
- [7] DeNero, J., Klein, D., "Teaching Introductory Artificial Intelligence with Pac-Man," Proceedings of the 1st Symposium on Educational Advances in Artificial Intelligence, Association for the Advancement of Artificial Intelligence, July 2010
- [8] Borana, J., "Applications of Artificial Intelligence and Associated Technologies," Proceeding of International Conference on Emerging Technologies in Engineering, Biomedical, Management and Science, pp. 64-67, March 2016
- [9] Hernandez, L., Serrano, C., Builes, J., "Artificial intelligence techniques in an e-learning environment for IT engineering projects," Technologies Applied to Electronics Teaching (TAEE), Seville, Spain, June 2016
- [10] Moreno, R., Mayer, R., "Interactive multimodal learning environments," Educ Psychol Rev 19 (2007), 309–326.
- [11] Martin-Blas, T., Serrano-Fernandez, A., "The role of new technologies in the learning process: Moodle as a teaching tool in Physics," Computers & Education, vol. 52, issue 1 (2009): 35–44.
- [12] Pankaj Jain, G., Gurupur, V., Schroeder, J., Faulkenberry, E., "Artificial Intelligence-Based Student Learning Evaluation: A Concept Map-Based Approach for Analyzing a Student's Understanding of a Topic," IEEE Transactions on Learning Technologies, vol. 7, no. 3, pp. 267-279, June 2014
- [13] Dewant, B., Grob, H., Bensberg, F., "Developing, deploying, using and evaluating an open source learning management system," Journal of Computing and Information Technology, vol. 12 (2004): 127–134.
- [14] Limniou, M., Smith, M., "Teachers' and students' perspectives on teaching and learning through virtual learning environments," European Journal of Engineering Education, vol. 35, no. 6 (2010), pp. 645-653
- [15] Koldehofe, B., Papatriantafilou, M., Tsigas, P., "LYDIAN: An Extensible Educational Animation Environment for Distributed Algorithms," ACM Journal on Educational Resource in Computing, vol. 6, no. 2, article no. 1, pp. 1–21, June 2006
- [16] Liu, Q., Diao, L., Tu, G., "The Application of Artificial Intelligence in Mobile Learning," International Conference on System Science, Engineering Design and Manufacturing Informatization (ICSEM), Yichang, China, Nov. 2010

3. Полазне хипотезе

Истраживање се заснива на следећим хипотезама:

- Традиционалне методе учења могу се унапредити пребацивањем на електронско учење, учење на даљину и самоучење, коришћењем Интернет и мобилних апликација реализованих као интегрисани софтверски систем, уз могућност да се осим учења реализује и могућност испитивања студената.
- Систем може бити реализован за више платформи (десктоп и мобилне уређаје) уколико су архитектура и моделовање софтверског система добро дефинисани, засновани на прецизној функционалној спецификацији, уз поштовање основних принципа развоја софтвера: принципе модуларности, виšekратне употребе кода, верификације захтева, валидације и рефакторизације кода. Све чешћа употреба мобилних уређаја омогућава да се добрим избором технологије за развој, овакав систем може реализовати за више платформи.

- Алгоритми у области вештачке интелигенције, иако врло разнолики и сложени, могу бити имплементирани тако да њихове интерпретације као и интеракције са корисником кроз различите режиме рада могу бити визуелизовани кроз приказ у сваком кораку рада алгоритма.
- Надogradњом модуларног софтверског система, систем за учење вештачке интелигенције би могао врло лако да нађе примену и у различитим областима, као интелигентни систем за решавање различитих проблема, уз мање измене на постојећем програмском коду.

4. Научне методе истраживања

Истраживање у оквиру докторске дисертације обухватило би следеће методе:

- Проучавање научних радова и отворене литературе из области алата за учење и система који симулирају алгоритме вештачке интелигенције.
- Упоредна анализа постојећих софтверских решења отвореног кода који се примењују у учењу и примени алгоритама вештачке интелигенције у различитим областима. Биће формирана класификација таквих софтверских система и формулисани параметри анализе, на основу које ће се писати функционална спецификација новог софтверског система уз побољшања приказа и перформанси и решавање недостатака које такви системи имају.
- Предлог решења софтверског система кроз кључне фазе пројектовање софтвера: анализе захтева, моделовања, кодирања и тестирања система. У процесу развоја софтвера биће коришћене савремене агилне методологије.
- Имплементација софтверског система предложеног решења које ће бити реализовано кроз већи број делова (модула) и обухватиће више од 20 алгоритама и стратегија вештачке интелигенције, реализованих као десктоп и као мобилна апликација.
- Дефинисање адекватног начина примене реализованог софтверског система у оквиру постојећег курса посвећеног интелигентним системима и трансформација предмета који се изводи на традиционални начин на електронски начин, уз помоћ овог софтвера и других метода е-учења и самосталног учења.
- Евалуација успеха развијене методе е-учења и имплементираног софтверског система, резултати примене коришћењем различитих улазних података и тестова.

5. Очекивани научни допринос

Очекује се да ће ова дисертација довести до следећих научних доприноса:

- Детаљан преглед и класификација постојећих решења система за учење у области рачунарских наука.
- Детаљан преглед и класификација постојећих решења у области софтверских система који примењују алгоритме вештачке интелигенције и који се користе у настави на различитим светским универзитетима и у другим областима.
- Функционална спецификација софтверског система за подршку учењу у области различитих стратегија вештачке интелигенције.
- Моделовање софтверског система, модуларног карактера, са могућношћу проширивања различитим алгоритмима вештачке интелигенције, који би подржао дефинисање различитих формата улазних података.

- Нова архитектура мултиплатформског софтверског система са применом исте логике на различитим платформама, уз мање измене у програмском коду.
- Анализа резултата коришћења софтверског система за учење вештачке интелигенције у оквиру предмета на основним академским студијама.
- Анализа перформанси извршавања алгоритама са различитим улазним подацима из реалних извора у различитим областима деловања.
- Унапређење методологије пројектовања сличних софтверских система за учење вештачке интелигенције и пројектовања интелигентних система у овој области.

6. План истраживања и структура рада

План истраживања у оквиру дисертације се састоји из следећих фаза:

- Прва фаза обухвата преглед и класификацију постојећих софтверских система за учење алгоритама вештачке интелигенције. С обзиром да не постоји систем који обједињује све подржане алгоритме и њихов приказ, због специфичности приказа резултата самих алгоритама, који су разнолики и тешки за разумевање, анализа ће обухватити различите врсте имплементација оваквих система, који се користе у образовању.
- Друга фаза обухвата анализу корисничких захтева и писање функционалне спецификације. Овде ће бити дискутовано и о различитим методологијама за развој оваквих софтверских система.
- Трећа фаза обухвата постављање архитектуре софтверског система за мултиплатформско извршавање, моделовање и имплементацију софтверског система за симулацију и учење алгоритама вештачке интелигенције. Током самог процеса имплементације, овај софтверски систем ће бити тестиран различитим методама за тестирање софтвера.
- Четврта фаза обухвата евалуацију добијених аналитичких и симулационих резултата у односу на традиционалне методе учења. Такође, биће показана могућа примена овог система и реализованих алгоритама вештачке интелигенције.

Структура саме дисертације ће у великој мери пратити предложене фазе истраживања. Прво ће бити приказана поглавља прегледног типа, у којима ће бити изложени постојећи системи за учења, базирани на десктоп апликацијама, интернет и мобилних технологијама, и софтверски системи који примењују учење вештачке интелигенције. У централном делу дисертације биће дат опис свих захтева које овакав систем мора да има, обухватајући и корисничке захтеве и захтеве за архитектуром система, биће приказани начини на који се моделују, имплементирају и тестирају овакви системи и како су примењене савремене технологије и методологије развоја софтвера у области софтверског инжењерства. Кандидат ће у овом делу описати модуларност софтверског система и интеграцију свих имплементираних алгоритама, затим вишеплатформску реализацију у виду софтверске апликације за рачунар и апликације за мобилне уређаје, биће наведени проблеми на које је кандидат наишао приликом имплементације предложеног система, као и начини на које је кандидат те проблеме решио. У завршном делу дисертације биће дат приказ добијених резултата током коришћења оваког софтверског система у практичној употреби и изведени основни закључци. Кандидат ће у дисертацији приказати могућу примену оваког система

заснованог на алгоритмима вештачке интелигенције у различитим областима, применом истог слоја бизнис логике, уз другачији кориснички интерфејс, као и могућност надоградње овог софтверског система са још неким алгоритмима из области вештачке интелигенције. На самом крају предложене докторске дисертације биће дат закључак целокупног истраживања, као и приложен списак коришћених референци.

7. Закључак и предлог

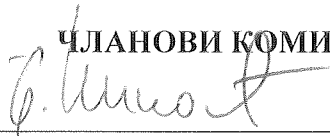
На основу приложене документације, као и непосредног увида у досадашњи научноистраживачки рад кандидата, Комисија закључује да кандидат Дражен Драшковић, мастер инжењер електротехнике и рачунарства, испуњава све потребне услове за приступање изради предложене докторске дисертације под насловом **„Софтверски систем за учење и примену алгоритама вештачке интелигенције“**.

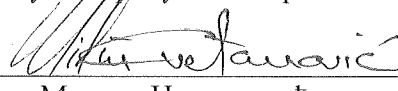
Анализирајући предложену тему докторске дисертације, сагледавајући њене непосредне циљеве, очекиване резултате и научне доприносе, Комисија је у потпуности сагласна да оваква тема задовољава све услове подобности за докторску дисертацију. Комисија констатује да тема припада научној области Софтверско инжењерство за коју је Електротехнички факултет Универзитета у Београду матичан. За менторе израде докторске дисертације предлажу се др Бошко Николић, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду и др Милош Цветановић, доцент Електротехничког факултета Универзитета у Београду. Уз Извештај се прилажу спискови радова проф. др Бошка Николића и доц. др Милоша Цветановића, који их квалификују да буду ментори на докторским студијама.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да прихвати тему докторске дисертације под називом „Софтверски систем за учење и примену алгоритама вештачке интелигенције“, под менторством проф. др Бошка Николића и доц. др Милоша Цветановића и да кандидату Дражену Драшковићу омогући да приступи њеној изради.

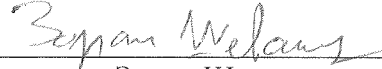
У Београду,
20. јула 2017. године

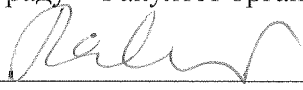
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ


др Бошко Николић, редовни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет


др Милош Цветановић, доцент
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет


др Јелица Протић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет


др Зоран Шеварац, доцент
Универзитет у Београду - Факултет организационих наука


др Александар Ракић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет