

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Милана Шкарића, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета бр. 5039/08-1 од 11.07.2016. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Милана Шкарића, дипломираног инжењера електротехнике и рачунарства, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Софтверски систем за симулацију и развој алгоритама за рутирање у бежичним сензорским мрежама“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Милан Шкарић је рођен 9. априла 1980. у Београду, где је завршио основну школу “Бора Станковић” и Пету београдску гимназију. У октобру 2003. године уписао је основне студије на Рачунарском факултету, Смер Рачунарске мреже и комуникације. Дипломирао је у року 2007. године, са просечном оценом 10. Дипломски рад “Интелигентни системи за бекап”, такође је одбранио са оценом 10. Након дипломирања уписао је мастер студије на Рачунарском факултету 2007. године, на Смеру Рачунарске мреже. Положио је све испите предвиђене планом и програмом са оценом 10 и одбранио мастер рад са темом “Коришћење GPS уређаја у мобилним телефонима за координацију радника и контролу присуства” са оценом 10.

На Електротехничком факултету је 2008. године уписао докторске студије на модулу “Рачунарска техника и информатика”, а за ментора је одређена проф. др. Јелица Протић. Положио је све испите докторских студија, обавио два студијска истраживачка рада и један научно-стручни рад. Током докторских студија учествовао је на два пројекта финансирана од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја.

У свом истраживачком раду показао је посебно интересовање за симулационе методологије, као и за примену спектралне теорије графова у сензорским мрежама. Конципирао је и имплементирао интерактивни симулатор намењен развоју нових алгоритама за рутирање у сензорским мрежама, који интегрисне подршку за спектрално партиционисање. Симулатор и даље развија и унапређује, користећи програмске језике Java/JavaFX и Javascript.

Током студија се професионално усавршавао и стекао већи број сертификата компанија Microsoft и Cisco: MCP Microsoft Certified Professional, MCSA Microsoft Certified Systems Administrator, MCSE Microsoft Certified Systems Engineer, MCDBA Microsoft Certified Database Administrator, CCNA Cisco Certified Network Associate и CCNP Cisco Certified Network Professional.

После завршених основних студија запослио се на Рачунарском факултету у Београду, где је изабран у звање сарадника у настави 9. маја 2008. године, затим у звање асистента за ужу научну област Рачунарске системи 26. јуна 2009. године, а поново је изабран у исто звање 26. јуна 2012. године. Током докторских студија објавио је као коаутор један рад у међународном часопису из категорије M21, један рад на међународној конференцији и један рад на домаћој конференцији, као и једну збирку задатака која се користи као помоћна уџбеничка литература из области програмирања.

Од 2007. године је радио и на бројним стручним пројектима за различите компаније, од којих су најважнији:

- С3 IP PBX домаћа телефонска централа за фирму SKY COMMUNICATIONS d.o.o.,
- Израда софтвера за даљинско надгледање и управљање индустријским машинама за италијанску фирму DROPSA S.p.A.
- Израда софтвера за масовно слање СМС порука за фирму BONUS d.o.o.
- Израда софтвера за планирање и обрачун трошкова одржавања манифестација за фирму SKY SOLUTIONS d.o.o.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат Милан Шкарић студијски програм је започео школске 2008/2009 године, уписом у прву годину докторских студија, сагласно Статуту Универзитета у Београду и Статуту Електротехничког факултета. На докторским студијама на Електротехничком факултету Универзитета у Београду кандидат је положио све испите са просечном оценом 9.4, и то:

- Развој микропроцесорског софтвера (9 ЕСПБ)	оцена 10 (десет)
- Одабрана поглавља из архитектуре рачунарских система (9 ЕСПБ)	оцена 8 (осам)
- Интернет програмирање (9 ЕСПБ)	оцена 10 (десет)
- Сензорске мреже (9 ЕСПБ)	оцена 10 (десет)
- Увод у научни рад (6 ЕСПБ)	оцена 10 (десет)
- ТЦП/ИП архитектура (9 ЕСПБ)	оцена 10 (десет)
- Сигурност и заштита рачунарских система (9 ЕСПБ)	оцена 10 (десет)
- Моделовање и мерење рачунарских перформанси (9 ЕСПБ)	оцена 10 (десет)
- Локалне рачунарске мреже (9 ЕСПБ)	оцена 8 (осам)
- Вештачка интелигенција и експертски системи (6 ЕСПБ)	оцена 8 (осам)

Поред испита, кандидат је обавио и два студијска истраживачка рада и један научно-стручни рад, што је предвиђено планом докторских студија.

Током школске 2011/2012 био је у статусу мировања. По истеку законског рока за завршетак докторских академских студија, на захтев студента, одобрено је продужење рока за завршетак ових студија за још два семестра, сагласно члану 92. став 4 Статута Универзитета у Београду.

Од 2008. године до данас кандидат је учествовао на пројектима Министарства науке:

- Пројекат бр. 174033 под називом “Теорија графова и математичко програмирање са применама у хемији и рачунарству”,
- Пројекат бр. 44006 под називом “Развој нових информационо-комуникационих технологија коришћењем математичких метода са применама у медицини, телекомуникацијама, енергетици, заштити националне баштине и образовању”.

Од 2008. године кандидат је активно учествовао у извођењу наставе на Рачунарском факултету као сарадник у настави или асистент на следећим предметима:

- Дизајн и анализа алгоритама
- Увод у програмирање
- Објектно оријентисано програмирање
- Напредно Јава програмирање
- Скрипт језици
- Практикум из објектног програмирања
- Лабораторијске вежбе из развојних окружења

Током докторских студија на Електротехничком факултету Универзитета у Београду кандидат је објавио следеће научне радове:

У међународним часописима са SCI листе:

1. B. Arsić, D. Cvetković, S. Simić, M. Škarić, “Graph spectral techniques in computer sciences”, *Applicable Analyses and Discrete Mathematics (AADM)*, vol. 6, issue 1, pp. 1-30, 2012, ISSN 1452-8630, IF=0.887, M21.

На међународним конференцијама:

2. M. Škarić, A. Ivanović, “S4: Simulator for Learning Sensor Networks”, *2nd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETRAN*, ISBN 978-86-80509-71-6, session RT12.4.1-6, 2015.

На домаћим конференцијама:

1. M. Škarić, R. Popović, “Spektralna teorija grafova i njene primene”, *53. konferencija za elektroniku, telekomunikacije, računarstvo, automatiku i nuklearnu tehniku ETRAN*, ISBN 978-86-80509-64-8 секција RT4.3.1-4, 2009.

Коаутор је књиге “Увод у програмирање – збирка задатака на програмском језику C” коју је 2009. године издала Микро књига.

Био је рецензент за већи број превода стручних књига за издавачку кућу CET, и то за следеће наслове:

- Јава – С. Horstman, G. Cornel, CET 2013.
- Инсталирање и конфигурисање Windows сервера 2012 – M. Tulloch, CET 2014.
- Администрација Windows сервера 2012 – O. Thomas, CET 2014.
- Програмирање Андроид апликација – J. Talbot, J. McLean, CET 2014.
- Увод у Python – B. Lubanovic, CET 2015.

Дана 14.07.2016. године одржана је јавна усмена одбрана теме предложене докторске дисертације пред комисијом коју су чинили:

- др Бошко Николић, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду,
- др Иван Обрадовић, редовни професор Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду и
- др Александар Пешиковић, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

Комисија је кандидата на јавној усменој одбрани оценила оценом *задовољно*.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Комисија је размотрила све претходно наведене резултате досадашњег рада кандидата. Кандидат је кроз положене испите на докторским студијама, учешће у научним и стручним пројектима, учешће у извођењу наставе, успешну одбрану теме докторске дисертације и објављене научне радове 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 ће бити верификовани од стране међународне научне заједнице. Комисија констатује да кандидат Милан Шкарић испуњава све потребне услове да приступи изради докторске дисертације под наведеном темом.

2. Предмет и циљ истраживања

У данашње време електронски уређаји постају све јефтинији и постоји велика потреба да се они бежично умрежавају. Сензорске мреже су од посебног интереса, јер постоји могућност да сензори због великих периода неактивности нису увек доступни и самим тим рутирање у таквим мрежама представља посебан изазов.

Предмет истраживања у овој дисертацији представља могућност израде софтверског система који би био посебно оптимизован за бежичне сензорске мреже, а који би био намењен за развој нових алгоритама за рутирање посебно прилагођених потребама сезорских мрежа. Такође, истражује се могућност употребе напредних математичких концепата као што су спектрално партиционисање, како би унапредили начин кластеровања и тиме оптимизовали постојеће алгоритме за рутирање.

Постојећи симулатори бежичних мрежа углавном нису прилагођени потребама сензорских мрежа. Постојећи симулатори, као што су ATEMU, AVRORA и TOSSIM, су оријентисани на прецизну симулацију рада сензора и углавном су фокусирани на одређени тип сензора и самим тим представљају комплексне системе, који могу да подрже потпуно детаљну симулацију најчешће за неколико десетина сензора у реалном времену на десктоп рачунару просечне конфигурације. Ово истраживање обухвата израду симулатора који подржава више хиљада сензора, а притом даје довољно добру процену њихове ефикасности.

Референце у вези са темом

- [1] W. Dargie and C. Poellabauer, *Fundamentals Of Wireless Sensor Networks Theory and Practice*, Wiley Online Library, January 2011.
- [2] Abbasi, A.A. and Younis, M., "A survey on clustering algorithms for wireless sensor networks," *Computer communications*, Vol. 30, No. 14, pp.2826-2841, 2007.
- [3] Afsar, M. Mehdi, and Mohammad-H. Tayarani-N, "Clustering in sensor networks: A literature survey," *Journal of Network and Computer Applications*, Vol. 46, pp. 198-226, 2014.
- [4] Elbhiri, Brahim, Sanaa El Fkihi, Rachid Saadane, Nourdine Lasaad, Ali Jorio, and Driss Aboutajdine, "A new spectral classification for robust clustering in wireless sensor networks." In *Wireless and Mobile Networking Conference (WMNC), 6th Joint IFIP*, pp. 1-10, IEEE, 2013.
- [5] J. Lessmann, P. Janacik, L. Lachev, and D. Orfanus, "Comparative study of wireless network simulators," in *Networking, 2008. ICN 2008. Seventh International Conference*, pp. 517-523, IEEE, 2008.
- [6] H. Sundani, H. Li, V. Devabhaktuni, M. Alam and P. Bhattacharya, "Wireless Sensor Network Simulators A Survey and Comparisons," *International Journal of Computer Networks*, vol. 2, no. 5, pp. 249-265, 2011.
- [7] F. R. Chung, *Spectral graph theory*, American Mathematical Soc., 1997.
- [8] A. Y. Ng, M. I. Jordan and Y. Weiss, "On Spectral Clustering: Analysis and an algorithm," in *Advances in Neural Information Processing Systems*, Vol. 2, pp. 849-856, September 2002.

- [9] J. A. Hartigan and M. A. Wong, "Algorithm AS 136: A K-Means Clustering Algorithm," *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*, Vol. 28, No. 1, pp. 100-108, 1979.
- [10] W. R. Heinzelman, A. Chandrakasan and H. Balakrishnan, "An application-specific protocol architecture for wireless microsensor networks," *IEEE Transactions on Wireless Communications*, vol. 1, no. 4, pp. 660-670, 2002.

3. Полазне хипотезе

Основне хипотезе усвојене у овој дисертацији су:

- За развој алгоритама за рутирање довољан је симулатор на вишем нивоу апстракције – већина постојећих симулатора је фокусирана на симулирање сваке инструкције и омогућава да истоветни програм из симулатора може да се сними и на прави сензорски систем, што за развој алгоритама није неопходно, поготово што то уноси знатна успорења.
- Симулационо окружење треба да буде једноставно и интерактивно – постојећи симулатори траже да се симулација покреће од почетка чак иако је потребно само додати мања подешавања. Такође многи захтевају компајлирање изнова за сваку измену.
- Софтверски систем треба да функционише на сваком десктоп рачунару – Многи симулатори подржавају само одређени оперативни систем (углавном Linux) и самим тим захтевају непотребан, додатан ангажман за истраживача и то управо доводи до честе употребе MATLAB програмског пакета.
- Систем за развој алгоритама за рутирање мора да подржи велики број сензора – да бисмо утврдили квалитет одређеног алгорита за рутирање, морамо да га испитамо у сценаријима у којима је укључен велики број сензора. Постојећи симулатори који подржавају велики број сензора или то не раде у реалном времену што искључује битну компоненту надгледања и интерактивности, или то раде уз претеране процесорске захтеве.
- Спектрално партиционисање омогућава ефикасније груписање сензора – Спектрално партиционисање већ има велику примену у обради слике, алгоритмима претраге страница на интернету и балансирању оптерећења саобраћаја у мрежама.
- Иако се у сензорским мрежама очекује мањи интензитет саобраћаја због очувања енергије, потребно је испитивати квалитет постојећих решења и у изнмним ситуацијама када је број прослеђених порука већи од капацитета линка сензора – некада може да се деси да због препрека линк ради мањим капацитетом или има одређене периоде када није активан, и тада сензорски систем мора да одлучи о приоритету порука када их прослеђује.
- Сензори могу бити покретни и тиме топологија мреже није фиксна. – Сензори могу бити унутар мобилних телефона или могу бити уграђени у возила и самим тим је неопходно испитивање квалитета сензорске мреже и у условима када они нису статични.

4. Научне методе истраживања

У овој дисертацији ће бити примењене следеће методе истраживања:

- Упоредна анализа постојећих симулатора и систематизација њихових предности и недостатака у различитим условима примене. Развијени симулатор треба да подржи добра решења, која одговарају потребама развоја нових алгоритама рутирања.
- Софтверска имплементација – предвиђено је да се све методе представљене у овој дисертацији имплементирају у виду софтверских пакета, пре свега у програмским

језицима Java и JavaScript. При томе ће, по потреби, бити коришћене и већ постојеће софтверске библиотеке имплементирани у овим или другим програмским језицима.

- Експериментална евалуација – провера квалитета постојећих алгоритама и испитивање њихових параметара, као и унапређене верзије алгоритама, спровешће се експериментално коришћењем релевантних метрика за одређивање индикатора перформанси.

5. Очекивани научни допринос

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

- Стварање софтверског решења за развој нових алгоритама за рутирање – прилагођено софтверско решење омогућава детаљнију анализу понашања алгоритама, чиме би се истраживачима пружила могућност да се одреде за развој на специјализованом симулатору, уместо чисто математичког моделирања и симулације.
- Поређење и евалуација постојећих алгоритама у оквиру оптимизованог софтверског решења – Велики број алгоритама који су испитивани у MATLAB окружењу нису испитани у случајевима препрека, као и непредвиђеног отказивања рада сензора услед квара, што је веома битан елемент јер показује колико је алгоритам отпоран на кварове.
- Креирање нових алгоритама за рутирање прилагођених потребама сензорских мрежа.
- Креирање алата који омогућава истраживање примене спектралног партиционисања у бежичним сензорским мрежама.
- Оптимизација постојећих алгоритама за рутирање у сензорским мрежама – евалуацијом постојећих алгоритама у прилагођеном софтверском окружењу лакше је пратити њихово понашање и уочити недостатке.
- Испитивање алгоритама који су предмет ове дисертације ће допринети и унапређењу алгоритама за рутирање у класичним бежичним мрежама као и у жичним мрежама, чиме се проширује домен могуће примене развијеног решења.

6. План истраживања и структура рада

Планирано је да се истраживање изведе у следећим фазама:

- Прва фаза обухвата преглед специфичности сензорских мрежа и утврђивање битних елемената разлике између сензорских и стандардних бежичних мрежа, упоредна анализа и класификација алгоритама у сензорским мрежама и постојећих симулатора. Такође у овој фази планирано је истраживање примене спектралне теорије графова у рачунарским мрежама уопште, а посебно у сензорским мрежама.
- Друга фаза обухвата имплементацију софтверског пакета и референтних алгоритама у сензорским мрежама, имплементацију алгоритама за спектрално партиционисање у оквиру софтверског пакета и истраживање и имплементацију алгоритама за простирање сигнала у слободном простору.
- Трећа фаза предвиђа испитивање квалитета симулације са постојећим физичким моделима и поређење квалитета оригиналних и оптимизованих алгоритама.
- Четврта фаза предвиђа прилагођавање алгоритама ситуацијама када се сензори крећу у простору и испитивање квалитета сензора када долази до случајног отказа одређених сензора или линкова.

7. Закључак и предлог

На основу свега изложеног, Комисија констатује да кандидат Милан Шкарић испуњава потребне услове да може приступити изradi докторске дисертације, под радним насловом

„Софтверски систем за симулацију и развој алгоритама за рутирање у бежичним сензорским мрежама“.

Ужа научна област предложене теме је рачунарска техника и информатика. За ментора се предлаже проф. др Јелица Протић, ванредни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

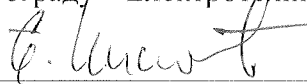
Стога комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета у Београду да одобри Милану Шкарићу израду докторске дисертације под горе наведеним насловом под руководством ментора проф. др Јелице Протић.

У Београду, 15.07.2016. године

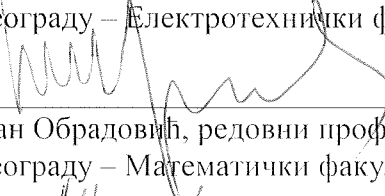
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



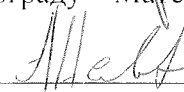
др Јелица Протић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



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



др Иван Обрадовић, редовни професор
Универзитет у Београду – Математички факултет



др Александар Нешковић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет