

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Николе Бежанића мастер инжењера електротехнике и рачунарства за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа бр. 5043/12-1 од 16.07.2015 године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Николе Бежанића мастер инжењера електротехнике и рачунарства за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Модел имплементације сервисно оријентисаних мрежа паметних претварача“

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Никола Бежанић је рођен 08.03.1984. године у Чачку, где је и завршио основну школу и гимназију. Електротехнички факултет Универзитета у Београду уписао је 2003. године. Дипломирао је са просечном оценом 8,35 на Одсеку за електронику, одбраном дипломског рада под називом „Контрола радне температуре аудио уређаја инфрацрвеним термометром“, 08.12.2009. године. На истом факултету уписао је и дипломске академске студије мастер, модул Електроника, које је завршио са просечном оценом 9,71, одбраном мастер рада под називом „Имплементација сервисно оријентисане архитектуре у мрежи паметних претварача“, 26.10.2011. године. Докторске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, модул Електроника, уписао је 2012. године где је тренутно студент треће године. На докторским студијама, положио је све испите предвиђене Наставним планом и програмом модула са просечном оценом 10. Од 01.10.2013. године запослен је на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, где је ангажован на пројекту технолошког развоја Министарства просвете, науке и технолошког развоја под називом „Развој и моделовање енергетски ефикасних, адаптабилних, вишепроцесорских и вишесензорских електронских система мале снаге“, ТР-32043.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат је положио следеће испите у оквиру докторских студија на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, модул Електроника:

- | | |
|---|------------------|
| - Наменске сензорске мреже (9 ЕСПБ) | оцена 10 (десет) |
| - Савремени мерни системи (9 ЕСПБ) | оцена 10 (десет) |
| - Пројектовање интегрисаних кола и система (9 ЕСПБ) | оцена 10 (десет) |
| - Пројектовање наменских рачунарских система (9 ЕСПБ) | оцена 10 (десет) |
| - Развој микропроцесорског софтвера (9 ЕСПБ) | оцена 10 (десет) |
| - Архитектуре за подршку софтверским системима (9 ЕСПБ) | оцена 10 (десет) |
| - Увод у научни рад (6 ЕСПБ) | оцена 10 (десет) |
| - Дизајн интегрисаних РФ кола (9 ЕСПБ) | оцена 10 (десет) |
| - Нелинеарни мултиваријабилни системи (9 ЕСПБ) | оцена 10 (десет) |
| - Сензорске мреже (9 ЕСПБ) | оцена 10 (десет) |

Поред наведених испита, студент је обавио и два студијска истраживачка рада (2x15 ЕСПБ) који су предвиђени планом докторских студија, као и један научно-стручни рад (3 ЕСПБ).

Никола Бежанић је започео научно-истраживачко искуство 2009. године у сарадњи са Barcelona Supercomputing Center (BSC) шпанским националним центром за суперрачунаре, где се у оквиру пројектних активности бавио техникама уштеде енергије на нивоу архитектуре рачунара. Даље искуство је стекао на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја, радећи на истраживању сервисно оријентисаних сензорских мрежа.

Кандидат је коаутор два научна рада објављена у часописима са ИСИ листе у категоријама M22 и M23, једног рада у часопису националног значаја категорије M52, једанаест радова објављених на међународним и домаћим конференцијама категорије M33 и M63. Такође, учествовао је у изради пет техничких решења категорије M85 и M84. Као учесник летње школе, коаутор је постера чији је сажетак публикован у књизи апстраката.

Зборници међународних научних скупова

1. Nikola Bežanić, Radivoje Đurić, Ivan Popović, *Power Management in Service-oriented Smart Transducers Network*, 22. telekomunikacioni forum, Telfor 2014, ISBN: 978-1-4799-6190-0, str. 991-994, DOI: [10.1109/TELFOR.2014.7034573](https://doi.org/10.1109/TELFOR.2014.7034573), Beograd, 25-27. novembar 2014. (M33)
2. Djordje Klisić, Ilija Radovanović, Nikola Bežanić, Ljubisav Stamenić, Ivan Popović, *Voltage Controlled Power Characteristics of a Custom Made Laser Diode Assembly*, 22. telekomunikacioni forum, Telfor 2014, ISBN: 978-1-4799-6190-0, str. 633-636, DOI: [10.1109/TELFOR.2014.7034488](https://doi.org/10.1109/TELFOR.2014.7034488), Beograd, 25-27. novembar 2014. (M33)
3. Nikola Bežanić, Ivan Popović, Aleksandar Rakić, *Integration of Signal Prediction Service in Service Oriented Architecture*, 12th Symposium on Neural Network Applications in Electrical Engineering, NEUREL 2014, Print ISBN: 978-1-4799-5887-0, str. 201-206, DOI: [10.1109/NEUREL.2014.7011506](https://doi.org/10.1109/NEUREL.2014.7011506), Beograd, 25-27. novembar 2014. (M33)

4. Djordje Klisić, Ilija Radovanović, Nikola Bežanić, Ljubisav Stamenić, Ivan Popović, *Monitoring of the seismic activity using high sensitivity MEMS accelerometer*, Zbornik radova sa 1. konferencije IcETran, MLI2.2, Vrnjačka Banja, 2-5. jun 2014. (M33)
5. Nikola Bežanić, Ivan Popović, *Virtual transducers in service-oriented smart transducers network*, Zbornik radova Telfor 2013, Beograd, 26-28. novembar 2013, pp. 813-816, ISBN 978-1-4799-1419-7, DOI [10.1109/TELFOR.2013.6716354](https://doi.org/10.1109/TELFOR.2013.6716354). (M33)
6. Nikola Bežanić, Ivan Popović, *Service-oriented sensor network for environmental monitoring*, Zbornik radova Telfor 2012, Beograd, 20-22. novembar 2012, pp. 1544 – 1547, ISBN 978-1-4673-2983-5, DOI [10.1109/TELFOR.2012.6419515](https://doi.org/10.1109/TELFOR.2012.6419515). (M33)

Зборници скупова националног значаја

1. Nikola Bežanić, Ivan Popović, Đorđe Klisić, *Servisno-orijentisana podrška za prediktivno upravljanje u mreži pametnih pretvarača*, Zbornik radova sa 58. konferencije ETRAN, RT.4.1, Vrnjačka Banja, 2-5. jun 2014. (M63)
2. I. Radovanović, I. Popović, N. Bežanić, *Uticaj obnovljivih izvora energije na koncept primene pametnih senzora u urbanoj sredini – pametni gradovi*, II međunarodna konferencija o obnovljivim izvorima električne energije-MKOIEE, 16-18. oktobar, Beograd, 2013. (M63)
3. Goran Ferenc, Ivan Popović, Nikola Bežanić, *Neuralna mreža za predikciju temperature kao deo servisno-orijentisane mreže pametnih pretvarača*, Zbornik radova INFOTEH 2013, Jahorina, 20-22. mart, vol. 12, str. 1107-1112, ISBN 978-99955-763-1-8. (M63)
4. Ilija Radovanović, Ivan Popović, Nikola Bežanić, *Smart Transducers Application Concept in Urban Environment-Smart City Solution*, Zbornik radova YU INFO 2013, str. 451-454, ISBN: 978-86-85525-11-7, Kopaonik, 3-6. mart 2013. (M63)
5. Bežanić Nikola, Radovanović Ilija, Popović Ivan, *Implementacija servisno orijentisane arhitekture u mreži pametnih pretvarača*, Zbornik radova YU INFO 2012, str. 544-548, ISBN: 978-86-85525-09-4, Kopaonik, 29.02.-03.03 2012. (M63)

Часописи међународног значаја

1. Nikola Bežanić, Ivan Popović, *Service-oriented Implementation Model for Smart Transducers Network*, Computer Standards & Interfaces, volume/issue 38C, pp. 78-83, ISSN: 0920-5489, February 2015, DOI: [10.1016/j.csi.2014.10.004](https://doi.org/10.1016/j.csi.2014.10.004). (M22) (IF2013: 1.177)
2. Ivan Ratković, Nikola Bežanić, Osman S. Ünsal, Adrian Cristal, Veljko Milutinović, *Chapter One – An Overview of Architecture-Level Power- and Energy-Efficient Design Techniques*, Advances in Computers, vol. 98, pp. 1-57, ISBN: 978-0-12-802132-3, ISSN: 0065-2458, DOI: [10.1016/bs.adcom.2015.04.001](https://doi.org/10.1016/bs.adcom.2015.04.001), 2015. (M23) (IF2014: 0.302)

Часопис националног значаја

1. Bežanić Nikola, Popović-Božović Jelena, Milutinović Veljko, Popović Ivan, *Implementation of the RSA Algorithm on a DataFlow Architecture*, Transactions on Internet Research, IPSI BgD, vol. 9, br. 2, str. 11-16, ISSN 1820-4503, Jul 2013. (M52)

Техничка решења

1. Nikola Bežanić, Ivan Popović, Miodrag Zlatanović, Aleksandar Rakić, *Implementacija servisno orijentisanih distribuiranih sistema upravljanja*, 2015. (M85)
2. Nikola Bežanić, Ivan Popović, Jelena Popović-Božović, Veljko Milutinović, *Realizacija RSA algoritma za postupak šifrovanja na Maxeler platformi*, 2014. (M85)
3. Nikola Bežanić, Ivan Popović, *Realizacija Web servera i menadžera u servisno-orijentisanoj mreži pametnih pretvarača*, 2014. (M85)
4. Nikola Bežanić, Ivan Popović, *Servisno-orijentisana senzorska mreža za detekciju leda*, 2013. (M84)
5. Nikola Bežanić, Ivan Popović, Lazar Saranovac, *Mrežni modul za implementaciju servisno orijentisane arhitekture u mreži pametnih pretvarača*, 2012. (M85)

Летња школа (публикација постера)

1. Nikola Bezanic, Jelena Popovic-Bozovic, Ivan Popovic, Goran Dimic, and Veljko Milutinovic, *Large dataset encryption on the Maxeler platform: a service-oriented approach*, Tenth International Summer School on Advanced Computer Architecture and Compilation for High-Performance and Embedded Systems, ACACES 2014, Poster Abstracts, ISBN 978-88-905806-2-8, pp. 17-20, 13-19 July 2014, Fiuggi, Italy.

Дана 17.07.2015. године одржана је јавна усмена одбрана теме докторске дисертације пред комисијом у следећем саставу:

- др Вујо Дрндаревић, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду,
- др Мирослав Лутовац, редовни професор Факултета за информатику и рачунарство Универзитета Сингидунум и
- др Александар Ракић, доцент Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

Комисија је на јавној усменој одбрани оценила кандидата оценом задовољно.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Комисија је размотрила све наведене резултате досадашњег рада и остварено научно искуство кандидата. Кандидат је на основу положених испита на докторским студијама, учешћа на научним пројектима, објављених научних радова и одбрањене теме докторске дисертације, стекао неопходно искуство као и способности за самосталан научно-истраживачки рад. Комисија сматра да наведено искуство и резултати рада кандидата, квалификују истог за остваривање међународно признатих научних доприноса кроз израду докторске дисертације. Комисија констатује да су испуњени сви потребни услови да кандидат Никола Бежанић приступи изради докторске дисертације према датој теми.

2. Предмет и циљ истраживања

Паметни претварачи су присутни у различитим областима науке и индустрије попут авијације, осматрања околине, управљања индустријским процесима и слично. При томе, паметни претварач може бити сензор (претварање физичке величине у електричну, хемијски сензор и др.) или актуатор (претварач електричне величине у физичку). Паметним претварачем се може сматрати уређај који интегрише сензоре/актуаторе, кола за

кондиционирање сигнала и појачаваче, аналогно-дигиталне/дигитално-аналогне конверторе, процесорску јединицу и комуникациони интерфејс [1]. Умрежавање претварача је донекле олакшано увођењем стандардизованих дигиталних интерфејса, али се због великог броја могућности за реализацију конкретних мрежа јавила потреба за стандардизацијом самих паметних претварача. Фамилија стандарда IEEE 1451 дефинише функције, комуникационе протоколе и електронске спецификације паметних претварача, при чему стандард IEEE 1451.0 [2] обједињује заједничке карактеристике осталих чланова 1451 фамилије. Посебан квалитет стандардизације представља увођење електронских спецификација које се чувају у меморији придруженој паметном претварачу, чиме се пружа подршка за успостављање plug-and-play функционалности. Са друге стране, сервисно оријентисана архитектура даје могућност ефикасне мрежне интеграције хетерогених уређаја и њена примена у сензорским мрежама попут оних за осматрање околине и интелигентним транспортним системима представља растући тренд [3-4].

Предмет истраживања у вези докторске тезе јесте реализација мрежа паметних претварача према принципима сервисно оријентисане архитектуре. При томе, истраживање се односи на начин организације хардверских и софтверских компоненти у оквиру сервисно оријентисане мреже паметних претварача, моделе имплементације, као и примену датих мрежа према захтевима конкретних апликација. Посебно, сервисно оријентисана архитектура се имплементира коришћењем технологије Web сервиса, док се као основа за развој паметних претварача користи спецификација IEEE 1451 фамилије стандарда. Од посебног интереса је истраживање начина реализације уређаја са интегрисаним IEEE 1451.0 сервисима. У раду [5], представљен је концепт дизајна Web сервиса према дефиницији IEEE 1451.0 сервиса, који је познат под називом Smart Transducer Web Services (STWS). Тиме се постиже ефикасна интеграција функционалности паметних претварача у дистрибуираним системима, па је преко мреже могуће детектовати нове модуле, претварачке канале, читавати или модификовати електронске спецификације, читавати мерне или уписивати контролне податке и приступати другим функцијама паметног претварача.

Главни циљ истраживања је унапређење постојећих модела имплементације мреже паметних претварача коришћењем предности сервисно оријентисане архитектуре, уз задржавање свих функционалности већ постојећих модела. У радовима [6] и [7] су приказани типични модели имплементације мреже паметних претварача која се базира на клијент/сервер архитектури, као и хардверски/софтверски модул претварачког мрежног чвора. Тренутно, у области не постоји јасно дефинисани модел конфигурације мреже и интеграције хетерогених уређаја према сервисно оријентисаној архитектури. Циљ датог истраживања је управо успостављање једног таквог модела у коме се функције размене података аутоматизују и обезбеђује се униформан начин интеграције различитих мрежних ентитета попут паметних претварача, улазно-излазних уређаја и алгоритама за обраду података. На основу решења приказаних у радовима [8-9], биће размотрена могућност унапређења претварачког мрежног чвора, дислоцирањем мрежних функционалности са платформе опште намене на наменску рачунарску платформу. На основу [10-21], биће спроведена анализа могућности увођења real-time карактеристика система у сервисно оријентисане мреже паметних претварача. При томе је потребно обезбедити следеће главне карактеристике модела:

- скалабилност,
- интероперабилност,
- могућност дислокације мрежних, IEEE 1451.0 и других сервиса,
- ефикасну имплементацију и конфигурацију система,
- могућност оптимизације потрошње,
- униформну мрежну интеграцију IEEE 1451 паметних претварача и апликационих ентитета који нису IEEE 1451 паметни претварачи и
- аутоматизацију размене података у мрежи.

Значај предложеног решења се огледа у пружању подршке за реализацију различитих дистрибуираних система, попут мерно-управљачких и система за осматрање параметара околине. Посебан значај даје употреба стандардизованих интерфејса у оквиру предложеног модела, чиме се остварује компатибилност између ентитета добијених кроз међусобно независне реализације.

- [1] E.Y. Song, K. Lee, Understanding IEEE 1451-Networked smart transducer interface standard - What is a smart transducer? IEEE Instrum. Meas. Mag. vol. 11 (2012), 11–17, <http://dx.doi.org/10.1109/MIM.2008.4483728>.
- [2] IEEE 1451.0, Standard for a Smart Transducer Interface for Sensors and Actuators — Common Functions, Communication Protocols, and Transducer Electronic Data Sheet (TEDS) Formats, IEEE Instrumentation and Measurement Society, pp. 1-335, ISBN 978-0-7381-5597-5, DOI [10.1109/IEEESTD.2007.4338161](https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2007.4338161), 2007.
- [3] V. Vescoukis, N. Doulamis, S. Karagiorgou, A service oriented architecture for decision support systems in environmental crisis management, *Futur. Gener. Comput. Syst.* vol. 28 (2012) 593–604, <http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2011.03.010>.
- [4] F. Barrero, J.A. Guevara, E. Vargas, S. Toral, M. Vargas, Networked transducers in intelligent transportation systems based on the IEEE 1451 standard, *Computer Standards & Interfaces* vol. 36/2014. 300–311, <http://dx.doi.org/10.1016/j.csi.2012.05.004>.
- [5] E. Y. Song, K. B. Lee, Smart Transducer Web Services Based on the IEEE 1451.0 Standard, IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC), pp. 1-6, ISBN 1-4244-0588-2, DOI [10.1109/IMTC.2007.379404](https://doi.org/10.1109/IMTC.2007.379404), 2007.
- [6] E. Y. Song, K. B. Lee, Service-oriented Sensor Data Interoperability for IEEE 1451 Smart Transducers, IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC), 2009.
- [7] E.A. Batista, L. Gonda, A.C.R. da Silva, S.R. Rossi, M.C. Pereira, A.A. de Carvalho, C.E. Cugnasca, HW/SW for an intelligent transducer network based on IEEE 1451 standard, *Computer Standards & Interfaces*, vol. 34-1, pp. 1-13, Jan. 2012.
- [8] J. Bungo, Embedded Systems Programming in the Cloud: A Novel Approach for Academia, *IEEE Potentials*, vol. 30, pp. 17-23, Jan. 2011.
- [9] R. A. van Engelen, and K. A. Gallivan, The gSOAP Toolkit for Web Services and Peer-To-Peer Computing Networks, 2nd IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid (CCGRID), pp. 128-135, ISBN: 0-7695-1582-7, DOI: [10.1109/CCGRID.2002.1017120](https://doi.org/10.1109/CCGRID.2002.1017120), May 21-24, 2002, Berlin, Germany.
- [10] Lixian Zhang, Huijun Gao, Kaynak O., Network-Induced Constraints in Networked Control Systems—A Survey, *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 9, pp. 403-416, ISSN 1551-3203, DOI [10.1109/TII.2012.2219540](https://doi.org/10.1109/TII.2012.2219540), Feb. 2013.
- [11] J.A. Rossiter, Model-Based Predictive Control: A Practical Approach (Control Series), ISBN-13: 978-0849312915, CRC Press, 2004.
- [12] Thomas Strasser, Alois Zoitl, Distributed Real-Time Automation and Control - Reactive Control Layer for Industrial Agents, *Industrial Agents, Emerging Applications of Software Agents in Industry*, Chapter 5, Pages 89–107, 2015, doi:[10.1016/B978-0-12-800341-1.00005-X](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800341-1.00005-X).
- [13] Senthil Kumar, K.M. ; Akash Saurav Das ; Padmanabhuni, S., WS-I Basic Profile: a practitioner's view, *Proceedings. IEEE International Conference on Web Services*, pp. 17-24, DOI: [10.1109/ICWS.2004.1314719](https://doi.org/10.1109/ICWS.2004.1314719), 6-9 July, 2004.

- [14] Wenbin Dai, Peltola J, Vyatkin V., Cheng Pang, Service-oriented distributed control software design for process automation systems, IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC), pp. 3637 – 3642, San Diego, CA, Oct. 2014, doi: 10.1109/SMC.2014.6974495.
- [15] Armando Walter Colombo, Stamatis Karnouskos, João Marco Mendes, Paulo Leitão, Industrial Agents in the Era of Service-Oriented Architectures and Cloud-Based Industrial Infrastructures, Industrial Agents, Emerging Applications of Software Agents in Industry, Chapter 4, Pages 67–87, 2015, doi:10.1016/B978-0-12-800341-1.00004-8.
- [16] Ricardo S. Alonso, Dante I. Tapia, Javier Bajo, Óscar García, Juan F. de Paz, Juan M. Corchado, Implementing a hardware-embedded reactive agents platform based on a service-oriented architecture over heterogeneous wireless sensor networks, Ad Hoc Networks, Volume 11, Issue 1, Pages 151–166, January 2013, doi:10.1016/j.adhoc.2012.04.013.
- [17] Anastasios Doulamis, Nikolaos Matsatsinis, Visual understanding industrial workflows under uncertainty on distributed service oriented architectures, Future Generation Computer Systems, Volume 28, Issue 3, Pages 605–617, March 2012, doi:10.1016/j.future.2011.02.008.
- [18] Kevin Nagorny, Armando Walter Colombo, Uwe Schmidtman, A service- and multi-agent-oriented manufacturing automation architecture: An IEC 62264 level 2 compliant implementation, Computers in Industry, Volume 63, Issue 8, Pages 813–823, Special Issue on Sustainable Interoperability: The Future of Internet Based Industrial Enterprises, October 2012, doi:10.1016/j.compind.2012.08.003.
- [19] Siew Poh Lee, Lai Peng Chan, Eng Wah Lee, Web Services Implementation Methodology for SOA Application, IEEE International Conference on Industrial Informatics, pp. 335 – 340, Singapore 2006, doi: 10.1109/INDIN.2006.275822.
- [20] Komoda N., Service Oriented Architecture (SOA) in Industrial Systems, IEEE International Conference on Industrial Informatics, pp. 1 – 5, Singapore 2006, doi: 10.1109/INDIN.2006.275708.
- [21] Cucinotta T., Mancina A., Anastasi G.F., Lipari G., Mangeruca L., Checcoizzo R., Rusina F, A Real-Time Service-Oriented Architecture for Industrial Automation, IEEE Transactions on Industrial Informatics, Volume: 5 , Issue: 3, pp. 267 – 277, Aug. 2009, doi: 10.1109/TII.2009.2027013.

3. Полазне хипотезе

У оквиру истраживања, полази се од претпоставке да се паметни претварачи и други мрежни ентитети, који су реализовани на различитим платформама, могу апстраковати јединственим скупом мрежних/локалних сервиса. При томе, дати скуп сервиса се састоји од полазног скупа мрежних/локалних сервиса за приступ IEEE 1451.0 операцијама паметних претварача, проширеног додатним апликативним сервисима. Такође, претпоставља се да није неопходно да се за сваку појединчну апликацију посебно уведе додатни сервис, већ се са полазним скупом апликативних сервиса може покрити велики број различитих апликација. Један пример додатног апликативног сервиса, корисног за низ апликација, јесте сервис за временску синхронизацију различитих операција мрежних уређаја, који се уводи услед потенцијалног недостатка системског такта дистрибуираног мерно-управљачког система.

Уводе се и следеће претпоставке:

- Аутоматизована размена података између уређаја у мрежи се може остварити увођењем активних софтверских компоненти у форми сервисних агената.

- Конфигурација сервисно оријентисане мреже паметних претварача се остварује посредством једног централног уређаја, путем графичког корисничког интерфејса.
- Функционалне компоненте мрежних ентитета су доступне у форми сервиса, чиме се остварује њихова ефикасна интеграција и олакшава развој система.
- Мета-подаци мрежних ентитета су доступни путем сервиса чиме се олакшава конфигурација и управљање мрежом паметних претварача.
- Нови модели имплементације сервисно оријентисане архитектуре у мрежи паметних претварача омогућавају брзо прављење прототипа коришћењем готових софтверских и/или хардверских компоненти.

4. Научне методе истраживања

Методе истраживања су садржане у следећим корацима:

1. развијање модела сервисно оријентисаних мрежа паметних претварача,
2. имплементација прототипа појединачних мрежних чворова,
3. валидација модела путем студије случаја.

При томе, у оквиру корака 1 је потребно дефинисати архитектуру софтвера и размотрити могућности имплементације појединачних мрежних чворова који су обухваћени моделом. У кораку 2, прототип сваког мрежног чвора треба реализовати у форми уређаја који подржава основне функционалности и мрежне интерфејсе установљене претходно дефинисаним моделом. Валидација модела се обавља имплементацијом мреже на основу претходно реализованих прототипских уређаја и тестирањем мрежне размене података, конфигурације и извршавања задатих операција (корак 3). Дата имплементација се врши према одговарајућој студији случаја, како би се испитала могућност примене предложене мреже. У случају да се приликом реализације прототипа открију недостаци модела, потребно је вратити се један корак уназад и кориговати дефиницију полазног модела. Уколико се недостаци решења открију у фази валидације мреже, потребно је поново размотрити дефиницију полазног модела и/или имплементацију прототипа. Итерацијом кроз наведене активности, потребно је доћи до модела сервисно оријентисане мреже паметних претварача који је унапређен у односу на постојеће моделе у области.

5. Очекивани научни допринос

Нови модели мреже паметних претварача уводе већи степен аутоматизације у процес конфигурације и размене података у дистрибуираном систему, омогућавајући кориснику да се фокусира на развој комплексних мерно-управљачких алгоритама, дисплеја за приказ резултата и других ентитета. На тај начин се обезбеђује већа ефикасност приликом реализације специјализованих апликација у оквиру научних експеримената. Такође, мреже паметних претварача на тај начин постају доступне и корисницима којима то није основна област истраживања, што може довести до чешће употребе таквих мрежа у другим дисциплинама. Посебан допринос представља могућност употребе предложених мрежа у едукацији, где се без познавања детаља имплементације могу спроводити одговарајући експерименти на апликационом нивоу.

Очекивани су следећи резултати истраживања:

- Функционални прототип паметног претварача базиран на наменској рачунарској платформи са интегрисаним мрежним интерфејсом, који се користи као основа за увођење нове архитектуре. Паметни претварач садржи сервисни интерфејс за приступ мерним/контролним подацима и електронским спецификацијама, базиран на IEEE 1451.0 стандарду.

- Анализа могућности употребе постојећег мрежног интерфејса паметног претварача за приступ апликацијама за обраду података. Апликација се на тај начин у мрежи представља као паметни претварач, што резултује моделом виртуелног паметног претварача.
- Модел размене података између виртуелног и типичног паметног претварача посредством централног сервера, који истовремено има и улогу менаџера за конфигурацију мреже.
- Модел директног преноса података између мрежних чворова, са растерећењем централног сервера који задржава функцију менаџера мреже. Директне путање података између мрежних чворова треба да омогуће произвољну топологију мреже. Уводе се сервисни агенти за потребе периодичне размене података.
- Подршка за имплементацију мреже паметних претварача са карактеристикама система за рад у реалном времену. Увођењем временске референце у модел података, сваки мрежни чвор који се налази на путањи података може да анализира пристигле пакете, издвоји одговарајући сет података, а затим и да га проследи на улаз алгоритма или актуатора.
- Анализа употребе предиктивних сервиса у форми виртуелног паметног претварача за потребе компензације варијабилног мрежног кашњења. Верификација се врши путем студије случаја у којој се управља конкретним физичким процесом у мрежи са варијабилним кашњењем и могућношћу губитка пакета. Уводи се предиктивни контролни алгоритам у форми виртуелног паметног претварача, паметни сензор са временском референцом и паметни актуатор који на основу временске референце аплицира контролне одбирке. Примењује се модел са директном разменом података између паметних претварача и виртуелног паметног претварача, са централним сервером за конфигурацију мреже.

6. План истраживања и структура рада

У оквиру истраживања, планиране су следеће активности:

- Имплементација референтног модела у оквиру кога паметни претварач интегрише HTTP сервер, коме клијентска апликација приступа преко посредничког мрежног чвора. Мрежни интерфејс паметног претварача и његове локалне функције се имплементирају према IEEE 1451.0 стандарду. У оквиру посредничког мрежног чвора, извршавају се Web сервиси, којима се апстракује комуникација са паметним претварачем и обрађују захтеви клијентске апликације. Клијентска апликација прикупља, обрађује и приказује мерне податке и мета-податке паметног претварача.
- Интеграција функционалности посредничког мрежног чвора у паметни претварач, тако да се обезбеди директна комуникација између клијентске апликације и паметног претварача. Потребно је реализовати прототип паметног претварача на конкретној наменској рачунарској платформи са могућношћу мрежне комуникације.
- Увођење јединственог мрежног интерфејса за приступ паметним претварачима и апликацијама за обраду података. У оквиру ове активности, потребно је обезбедити реализацију у којој се постојећа клијентска апликација трансформише у серверску апликацију за обраду података. Интерфејс према серверској апликацији за обраду података се реализује у форми Web сервиса, којима клијентски мрежни чвор приступа на сличан начин као и паметном претварачу.
- Реализација централног сервера који врши координацију рада мреже сачињене од паметних претварача и серверских апликација за обраду података. У оквиру ове активности се разматра решавање проблема откривања претварача, њихове

идентификације, аутоматске размене података и обезбеђује се подршка за вођење евиденције о прикљученим уређајима.

- Оптимизација аутоматске размене података, у оквиру које се разматра усавршавање поступка конфигурације сервисно оријентисане мреже паметних претварача и увођење јединствених путања података и сервисних агената.

7. Закључак и предлог

На основу свега наведеног, Комисија констатује да кандидат Никола Бежанић испуњава све потребне услове за приступање изради докторске дисертације под радним насловом „**Модел имплементације сервисно оријентисаних мрежа паметних претварача**“.

Ужа научна област наведене теме је електроника. За ментора се предлаже др Иван Поповић, доцент Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

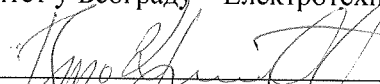
Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета у Београду да одобри израду докторске дисертације кандидату Николи Бежанићу под горе наведеним насловом, а под руководством ментора доц. др Ивана Поповића.

Београд, 18.07.2015.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Иван Поповић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Вујко Дриндаревић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Мирослав Лутовац, редовни професор
Универзитет Сингидунум – Факултет за информатику
и рачунарство



др Александар Ракић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет