

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Маје Лутовац Бандука за израду докторске дисертације

Одлуком бр. 5067/11-1 од 27. 1. 2016. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Маје Лутовац Бандука за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Софтверски систем за даљинско управљање и надзор робота базиран на Андроид оперативном систему и бежичној комуникацији”.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Маја Лутовац Бандука (девојачко Лутовац), мастер инжењер електротехнике, рођена је 06.08.1985. године у Београду, Република Србија, од оца Мирослава и мајке Аните. Основну и средњу школу завршила је у Београду као један од најбољих ученика.

Електротехнички факултет у Београду уписала је 2004/2005. школске године. Дипломирала је 2009. године са оценом 10 на дипломском. Школске 2009/2010. године уписала је мастер студије на Електротехничком факултету у Београду. Мастер студије је завршила 2011. године са просечном оценом 8.66 и оценом на мастер раду 10. Исте године, засновала је радни однос у Лола Институту, у сектору Робот контролери као истраживач приправник, где је запослена до данас, као истраживач сарадник.

Школске 2011/2012. године уписала је докторске студије на Електротехничком факултету у Београду, смер Софтверско инжењерство. На докторским студијама положила је све испите са просечном оценом 10. Област научног истраживања кандидата обухвата развој софтверских система за индустријске роботе и уређаје за тренинг пилота и симулацију лета, развој језика за програмирање робота, развој Андроид апликација и 3Д графичких апликација. Рецензент је на међународним конференцијама TELFOR (*Telecommunications Forum*) и MECO (*Mediterranean Conference on Embedded Computing*).

Аутор је и коаутор преко 30 радова у научним часописима и на домаћим и страним конференцијама, од којих је преко 20 везано за тему докторске дисертације. Аутор је и коаутор четири рада са *impact* фактором (SCI листа) који су у директној вези са темом докторске дисертације, од тога два као самостални аутор.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат Маја Лутовац Бандука је 2011. године уписала докторске студије на Електротехничком факултету у Београду на смеру Софтверско инжењерство. Током докторских академских студија испунила је све обавезе и положила све испите предвиђене планом и програмом докторских студија са оценом 10:

Назив испита	Оцена	ЕСПБ бодови
Развој микропроцесорског софтвера	10	9
Одабрана поглавља из програмских преводаца	10	9
Интернет програмирање	10	9
Моделовање и мерење рачунарских перформанси	10	9
Увод у научни рад	10	6
Сигурност и заштита рачунарских система	10	9
Принципи програмских језика	10	9
Софтверски системи за рад у реалном времену	10	9
Одабрана поглавља из рачунарске графике	10	9
Вештачка интелигенција и експертски системи	10	9

Активности по предметима су следеће:

- *Вештачка интелигенција и експертски системи*: проучавање литературе, консултације, семинарски рад на тему *Системи за програмирање и управљање роботима*.
- *Одабрана поглавља из рачунарске графике*: проучавање литературе, консултације, имплементација софтверског окружења за симулацију кретања робота уз дефинисање неколико модела осветљења и сенчења, семинарски рад на тему *3D simulator industrijskog robota i sistemi za programiranje, upravljanje i praćenje rada robota*, презентација, провера теоријског знања.
- *Софтверски системи за рад у реалном времену*: проучавање литературе, консултације, семинарски рад на тему *Real-time систем као део дистрибуираног система за управљање роботима*.
- *Принципи програмских језика*: проучавање литературе, семинарски рад на тему *Систем за програмирање робота заснован на Л-ИРЛ програмском језику*, провера теоријског знања на писменом испиту.
- *Сигурност и заштита рачунарских система*: проучавање литературе, успостављање окружења у коме се ресурси *web* базираних апликација штите применом *Shibboleth* окружења, семинарски рад на тему *Заштита Web базираних апликација применом Shibboleth окружења*.
- *Увод у научни рад*: консултације, проучавање начина за припрему рада за објављивање у научном часопису и приказ истраживања на научним конференцијама, припремање за писање докторске тезе, припрема и објављивање рада под називом *3D Simulator for Human Centrifuge Motion Testing and Verification*, на међународној

конференцији 2nd *Mediterranean Conference on Embedded Computing MECO*, 2013, Budva, Montenegro, ISBN: 978-9940-9436-1-5, pp. 160-163.

- *Моделовање и мерење рачунарских перформанси*: проучавање литературе, тестирање перформанси *CORBA* протокола, компарација перформанси *CORBA*, *DCOP* и *DBUS* технологија, семинарски рад на тему *Анализа перформанси CORBA протокола и његова употреба у дистрибуираном систему за управљање роботима*.
- *Интернет програмирање*: проучавање литературе, консултације, развој софтвера за превођење Л-ИРЛ језика на *XML* код, семинарски рад на тему *Употреба XML-а у систему за управљање роботима*.
- *Одабрана поглавља из програмских преводилаца*: проучавање литературе, консултације, тестирање парсера Л-ИРЛ језика за програмирање робота коришћењем *Forson* алата, односно *Purdum* и *Grow* алгоритама, семинарски рад на тему *Технике за аутоматизовано тестирање парсера са применом на тестирање парсера Л-ИРЛ језика за програмирање робота*, припрема и објављивање рада под називом *Automated Testing of L-IRL Robot Programming Language Parser*, на конференцији *Telecommunications forum TELFOR*, 2013, Belgrade, Serbia, ISBN: 978-1-4799-1420-3, pp. 825-828.
- *Развој микропроцесорског софтвера*: проучавање литературе, имплементација окружења за даљинско управљање индустријским роботом Лола 50 употребом мобилног Андроид уређаја у ручном режиму рада, припрема и објављивање рада под називом *Remote Control of Industrial Robot Lola 50 using Wireless Communication and Android Device*, на конференцији *Telecommunications forum TELFOR*, 2013, Belgrade, Serbia, ISBN: 978-1-4799-1420-3, pp. 885-888.

Кандидат Маја Лутовац Бандука учесник је пројекта подржаног од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја TP35023 “Развој уређаја за тренинг пилота и динамичку симулацију лета модерних борбених авиона и то 3-осне центрифуге и 4-осног уређаја за просторну дезоријентацију пилота”, као и ФП7 пројекта „STEPMAN - Development of a STEP and STEP-NC standard based integrated product lifecycle management solution to increase the competitiveness of European machine tool manufacturing SMEs”.

Маја је положила испит о подобности теме и кандидата (докторски испит) пред Комисијом за оцену подобности теме и кандидата у саставу:

-др Милош Цветановић, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
-др Владимир Квргић, виши научни сарадник, Лола Институт,
-др Вељко Поткоњак, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
дана 24. 02. 2016. године.

1.2.1 Извештај са јавне усмене одбране предложене теме докторске дисертације:

Усмена одбрана почела је у 12:05 часова. Завршена је у 13:00 часова. На усменој одбрани су били присутни сви чланови комисије.

Одбрана је почела тако што је председник комисије, др Милош Цветановић, упознао присутне са хронологијом пријаве теме, одлукама Наставно-научног већа, основним подацима о кандидаткињи и њеним до сада објављеним радовима. Затим је кандидаткиња, у трајању од 25 минута, изложила основне поставке предложене теме докторске дисертације. По завршеној презентацији, уз похвале кандидаткињи и презентацији, чланови Комисије су кандидаткињи поставили по неколико питања.

Проф. др Вељко Поткоњак је најпре поставио питање о томе које су очекиване перформансе предложеног система у односу на постојеће контролере. Одговор кандидаткиње је да је очекивано највеће побољшање у домену проширивости корисничког интерфејса и

могућности да буду подржани разноврсни роботски системи. Следеће питање се односило на то чиме се поткрепљује очекивано скраћивање времена обуке у случају да се предложени систем користи у образовне сврхе. Одговор кандидаткиње је да се скраћивање очекује пре свега због тога што се елиминише потреба за учењем синтаксе. Треће питање се односило на очекивани психолошки аспект образовања користећи виртуелни систем и опасности од несмотрености уколико се користе роботи великих димензија. Кандидаткиња је одговорила да наведене примедбе узете у обзир и да је управо таква искустава стекла приликом рада на симулатору намењеном обукама пилота, а да је са циљем ублажавања тог ефекта кроз предложени систем омогућен увид у извршавање и рад робота из више перспектива. На крају је проф. Поткоњак као препоруку кандидаткињи скренуо пажњу на то се приликом примене система у образовне сврхе веома често очекује и употреба одговарајућег педагошког модела. На том савету се кандидаткиња искрено захвалила.

Др Владимир Квргић је похвалио актуелност обрађене теме нарочито уколико се узму у обзир планови и визије пројекта Савезне Републике Немачке под називом Индустрија 4.0, четврте индустријске револуције. Др Квргић је напоменуо да L-IRL програмски језик има подршку за процедуре и паралелно извршавање и са тим у вези поставио питање да ли је планирано проширење којим би се омогућио кооперативан рад више робота или човека и робота. Кандидаткиња је одговорила да флексибилност предложеног корисничког интерфејса омогућава такво проширење. Друго питање се односило такође на проширивост предложеног система, али сада у домену употребе G-code за CNC машине. Кандидаткиња је и на ово питање одговорила позитивно, али овом приликом изнела мишљење да би у овом случају било могуће организовати команде тако да им се може лако приступити у виду Speed-dial пројектног решења.

Др Милош Цветановић је приметио да су у предложеном истраживању велика очекивања везана за интуитивности корисничког интерфејса, и са тим у вези поставио питање како ће то бити емпиријски верификовано. Кандидаткиња је одговорила да је планирана квалитативна верификација кроз упитнике намењене ученицима који ће систем користити у оквиру наставе. Друго питање се односило на то да ли је у предложеном систему планирана могућност даљинске контроле робота употребом сензора, попут акцелометра и жirosкопа, који су доступни код готово свих мобилних уређаја који су циљна платформа предложеног система. Кандидаткиња је одговорила да ће по том питању одлука тек бити донета, али да такав вид контроле робота поред многих предности доноси и озбиљна ограничења услед недостатка прецизности. Треће питање се односило на то да ли је планиран развој специфичног протокола комуникације између система и робота, или ће се развој заснивати на већ постојећим протоколима. Кандидаткиња је одговорила да је у досадашњем раду на теми дисертације већ дефинисала протокол комуникације који се заснива на току података са одговарајућим сигнализацијом, али да ће размислити о евентуалним проширењима.

По завршеној одбрани, Комисија се повукла на већање и констатовала да је излагање кандидаткиње било добро и да је кандидаткиња успешно одговорила на сва постављена питања. Комисија је једногласно донела закључак.

Закључак: Комисија сматра да је кандидат на јавној усменој одбрани предложене теме докторске дисертације добио оцену **задовољно**.

1.2.2 Објављени радови:

Кандидат је објавила преко 20 радова који су у вези са темом докторске дисертације, од којих је један објављен у врхунском међународном часопису, а три у међународним часописима са *impact* фактором (SCI листа).

1. Радови у врхунским међународним часописима, M21:

- 1.1. Kvrđić V., Vidaković J., **Lutovac M.**, Ferenc G., Cvijanović V.: *A Control Algorithm for a Centrifuge Motion Simulator*, -Robotics and Computer-Integrated Manufacturing,

2. Радови у међународним часописима, M23:

- 2.1. **Lutovac Banduka M:** *A Mobile Environment for Robotics Education*”, -International Journal of Engineering Education, Vol 32, No 2(A), 2016, pp. 818–829, ISSN: 0949-149X, IF(2014)=0.582.
- 2.2. **Lutovac Banduka, M:** *Remote Monitoring and Control of Industrial Robot based on Android Device and Wi-Fi Communication*, -Automatika, Vol 56, No 3, 2015, pp. 281-291, Online ISSN: 1848-3380 | Print ISSN: 0005-1144, IF(2014)= 0.307, DOI: 10.7305/automatika.2015.10.1057.
- 2.3. Ferenc G., Dimić Z., **Lutovac M.**, Vidaković J., Kvrđić V., *Open Architecture Platforms for the Control of Robotic Systems and a Proposed Reference Architecture Model*, - Transactions of FAMENA, Vol 37, No 1, 2013, pp. 89-100, ISSN: 1333-1124, IF(2014)=0.476.

3. Радови у научним часописима, M53:

- 3.1. **Lutovac M.**, Bojić D., *Techniques for Automated Testing of Lola Industrial Robot Language Parser*, -Telfor Journal, Vol 6, No 1, 2014, pp. 69-74, ISSN: 1821-3251 (Print Issue), ISSN: 2334-9905 (Online).

4. Радови у научним часописима, без категоризације:

- 4.1. Ferenc G., **Lutovac M.**, Dimić Z., Vidaković J., Kvrđić V., *Development of a Real-Time System Based on the Modular FSM in Distributed System for Robot Control*, -Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara-International Journal of Engineering, Vol 11, No 2, 2013, pp. 221-226, ISSN: 1584-2665.
- 4.2. **Lutovac M.**, Ferenc G., Kvrđić V., Vidaković J., Dimić Z., *Robot Programming System based on L-IRL Programming Language*, -Acta Technica Corviniensis – Bulletin of Engineering, Vol 2, April–June, 2012, pp. 27-30, ISSN: 2067-3809.
- 4.3. Ferenc G., Dimić Z., **Lutovac M.**, Kvrđić V., Cvijanović V., *Distributed Robot Control System Based on the Real-Time Linux Platform*, -Journal of Mechanics Engineering and Automation, Vol 2, No 3, 2012, pp. 184-189, ISSN: 2159-5275 (Print), ISSN: 2159 - 5283 (online).

5. Саопштења са међународног скупа, штампана у целини, M33:

- 5.1. **Lutovac M.**, Dimić Z., Mitrović S., Stepanović A.: *Reconfigurable Multi-robot Virtual Environment*, Proceedings of 23rd Telecommunications Forum TELFOR, 2015, Belgrade, Serbia, ISBN: 978-1-5090-0054-8, pp. 954-957.
- 5.2. Mitrović S., Dimić Z., Vidaković J., **Lutovac M.**, Kvrđić V.: *System for Simulation and Supervision of Robotic Cells*, Proceedings of 12th International Scientific Conference MMA 2015, 2015, Novi Sad, Serbia, ISBN: 978-86-7892-722-5, pp. 51-54.
- 5.3. **Lutovac M.**, Protić J., Kvrđić V.: *Remote Control of Industrial Robot Lola 50 using Wireless Communication and Android Device*, Proceedings of 21st Telecommunications forum TELFOR, 2013, Belgrade, Serbia, ISBN: 978-1-4799-1420-3, pp. 885-888.
- 5.4. **Lutovac M.**, Bojić D., Kvrđić V.: *Automated Testing of L-IRL Robot Programming Language Parser*, Proceedings of 21st Telecommunications forum TELFOR, 2013, Belgrade, Serbia, ISBN: 978-1-4799-1420-3, pp. 825-828.

- 5.5. **Lutovac M.**, Kvirgić V., Ferenc G., Dimić Z., Vidaković J.: *3D Simulator for Human Centrifuge Motion Testing and Verification*, Proceedings of 2nd Mediterranean Conference on Embedded Computing MECO, 2013, Budva, Montenegro, ISBN: 978-9940-9436-1-5, pp. 160-163.
 - 5.6. Vidaković J., Kvirgić V., Dančuo Z., **Lutovac M.**, Lazarević M.: *Comparison of Numerical Simulation Models for Open Loopflight Simulations in Human Centrifuge*, Proceedings of 84th Annual Meeting of the International Association of Applied Mathematics and Mechanics 2013, Serbia, pp. 485-486.
 - 5.7. **Lutovac M.**, Dimić Z., Ferenc G., Vidaković J., Bućan M.: *Virtuelni robot u distribuiranom upravljačkom sistemu*, Proceedings of 20th Telecommunications Forum (TELFOR), 2012, Belgrade, Serbia, ISBN: 978-1-4673-2984-2, pp. 1401-1404
 - 5.8. Mladenović V., **Lutovac M. M.**, Lutovac M. D.: *Electronic Tour Guide for Android Mobile Platform with Multimedia Travel Book*, Proceedings of 20th Telecommunications Forum (TELFOR), Belgrade, Serbia, 2012, ISBN: 978-1-4673-2984-2, pp. 1460-1463
 - 5.9. Vidaković J., Ferenc G., **Lutovac M.**, Kvirgić V.: *Development and Implementation of an Algorithm for Calculating Angular Velocity of Main Arm of Human Centrifuge*, Proceedings of 15th International Power Electronics and Motion Control Conference and Exposition EPE-PEMC, 2012, ISBN: 978-1-4673-1971-3, DS2a.17-1-6.
 - 5.10. **Lutovac M.**, Ferenc G., Vidaković J., Dimić Z., Kvirgić V.: *Usage of XML and P Code for Robot Motion Control*, Proceedings of Mediterranean Conference on Embedded Computing MECO, 2012, Bar, ISBN: 978-9940-9436-0-8, pp. 162 – 165.
 - 5.11. Ferenc G., Dimić Z., **Lutovac M.**, Vidaković J., Kvirgić V.: *Distributed Real-Time Robot Control System Implemented on the Client and Server PCs Based on the CORBA Protocol*, Proceedings of Mediterranean Conference on Embedded Computing MECO, 2012, Bar, ISBN 978-9940-9436-0-8, pp. 158 – 161.
 - 5.12. Dančuo Z., Vidaković J., Kvirgić V., Ferenc G., **Lutovac M.**: *Modeling of Human Centrifuge as 3 Dof Robot Manipulator*, Proceedings of Mediterranean Conference on Embedded Computing MECO, 2012, Bar, ISBN: 978-9940-9436-0-8, pp. 149 – 152.
 - 5.13. Ferenc G., **Lutovac M.**, Vidaković J., Dimić Z., Kvirgić V.: *Benefits of using Open Architecture for Real-Time Control of Robots and Multi-Axis Machining Systems*, Proceedings of the International Conference Management of Technology - Step to Sustainable Production 2012, ISBN: 1847-6880, 2012, Zadar, Croatia, pp. 266-273.
 - 5.14. Ferenc G., **Lutovac M.**, Vidaković J., Dimić Z., Kvirgić V.: *Real-time Robot Control Logic using Modular FSM*, Proceedings of the International Conference Management of Technology - Step to Sustainable Production 2012, ISBN: 1847-6880, 2012, Zadar, Croatia, pp. 259-265.
6. Саопштења са скупа националног значаја, штампана у целини, М63:
- 6.1. **Lutovac M.**, Dimić Z., Ferenc G., Vidaković J., Kvirgić V.: *Distribuirani sistem za kontrolu robota korišćenjem CORBA protokola*, Zbornik radova sa 56. konferencije ETRAN, Zlatibor, 2012, ISBN: 978-86-80509-67-9, str. RO1.3-1-4.
 - 6.2. Vidaković J., Kvirgić V., Ferenc G., **Lutovac M.**: *Kinematički model humane centrifuge*, Zbornik radova 56. sa konferencije ETRAN, Zlatibor, 2012, ISBN: 978-86-80509-67-9, str. RO1.4-1-4.
7. Техничка решења, М84:
- 7.1. **Lutovac M.**, Vidaković J., Dančuo Z., Stepanović A.: *Unapređenje sistema za programiranje, simulaciju i udaljeno praćenje kretanja manipulatora primenom novih računarskih tehnologija i alata*, bitno poboljšan postojeći proizvod, Lola institut, 2013.

8. Патенти, M92:

- 8.1. Mladenović V., Lutovac M. D., **Lutovac M. M.**: *Elektronski turistički vodič za Android platforme sa izradom multimedijalnog putopisa*, Mali patent, avgust 2012.

Окосницу истраживачког рада у вези са докторском тезом чине истраживање, предлог методе и имплементација софтверског система за бежично даљинско програмирање, управљање и надзор индустријског робота, који су описани у раду [2.1]. Примена предложене методе у области едукације у роботизи са спроведеним истраживањима о практичној употребљивости и успешности коришћења предложеног решења је описана у раду [2.2].

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Кандидат је својим досадашњим истраживачким активностима испољио квалитет, заинтересованост и стручност за научни и истраживачки рад. Досадашњи научни рад и истраживачка делатност кандидата су суштински повезани са темом докторске дисертације и квалификују кандидата за успешан рад на предложеној теми.

На основу научних и стручних радова кандидата Маје Лутовац Бандука које је као аутор или коаутор публиковала, како у часописима, тако и на конференцијама националног и међународног значаја, Комисија констатује да кандидат испуњава формалне услове за рад на изради докторске дисертације као и научно-стручну усмереност из области којој припада предложена тема (софтверско инжењерство) те се оцењује подобним за рад на предложеној теми.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања ове дисертације је бежично и интуитивно програмирање, управљање и надзор робота на мобилним уређајима, са циљем да се унапреде интеракција између корисника и роботског система и приступ роботским лабораторијама, уз потребно прилагођење садржаја окружења према карактеристикама и функционалностима мобилних уређаја. Роботско-управљачки системи су сложени роботски системи, чији корисници морају бити добро обучени за њихово коришћење. Управљачки процес се најчешће спроводи близу самог робота или употребом жичне конекције. Међутим, ресурси везани за роботске лабораторије нису често доступни корисницима које тек треба обучити за рад са оваквим системима, и, додатно, захтевају детаљно познавање софтверских парадигми за програмирање робота. Због наведених разлога студенти који тек уче о основним принципима роботике углавном нису у могућности да буду упознати са програмирањем и управљањем комплексних роботских система на практичан начин. Поред тога масивни и недоступни работи све више захтевају управљање независно од локације оператера.

У области едукације у роботизи, бежична виртуелна окружења која дају реалну слику о раду робота би била од великог значаја. Посебно би се издвојио њихов значај у случају примене таквог решења за едукацију у управљању слабо доступних робота, као што су, на пример, уређаји за адаптацију и тренинг пилота. Такође, поред едукативне сврхе, употреба лако доступних, широко распрострањених и економичних уређаја би била јако исплатива.

Постоји мноштво научно-истраживачких радова и извештаја из праксе који описују софтверска решења која произвођачи робота и независни произвођачи софтвера нуде програмерима и систем интеграторима за пројектовање и симулацију производних пројеката. Један број научно-истраживачких радова описује имплементацију и употребу паметних телефона за управљање роботима и надзор. Даљински надзор се спроводи уз помоћ камере, приказивањем најзначајнијих вредности у текстуалном формату или уз помоћ 3Д анимације,

док се програмирање углавном врши уз помоћ акцелерометра или жироскопа или попуњавањем текстуалних поља жељеним вредностима. Такве методе програмирања су временски захтевне за подешавање и генерисање жељеног извршавања, што посебно долази до изражаја када се често користи исти или сличан програм за извршавање. Такође, такве методе нису довољно интуитивне, поготово за потребе едукације у роботизи, где студенти тек уче о основним елементима роботике.

Циљ истраживања у оквиру ове дисертације је да се изврши анализа и класификација постојећих софтверских решења у области програмирања и управљања роботима са посебним акцентом на решењима која користе паметне телефоне за програмирање, управљање и надзор различитих процеса. Такође, циљ је да се најпре идентификују евентуални недостаци постојећих софтверских решења, а затим да се предложи решења за превазилажење тих недостатака. У оквиру анализе циљ је да се истраже услови за прилагођавање садржаја окружења према карактеристикама и функционалностима мобилних платформи и паметних телефона. Циљ је и да се анализирају постојећи алати за едукацију у роботизи и да се открије каква унапређења је могуће усвојити како би се тај процес унапредио у смислу једноставности и интуитивности коришћења, локацијске независности и економичности.

Главни циљ дисертације јесте предлог, пројекат и имплементација нове методе за интуитивно и даљинско програмирање и надзор робота независно од локације корисника на паметним телефонима. Тиме би се значајно унапредио и олакшао процес програмирања, управљања и надзора робота. Предложено решење би дало могућност млађој популацији, а будућим инжењерима у области аеро и роботске индустрије, да користе исте уређаје у радном окружењу, као што их користе данас у свакодневной употреби. Применом оваквог решења у едукацији поправио би се квалитет преноса знања, тако што би се добила могућност да се приступи иначе недоступним роботским системима, кроз интуитивне виртуелне лабораторије и независно од локације корисника. Употребом широко распрострањених уређаја ниске цене процес опремања студената одговарајућом опремом би се учинио економичним.

Актуелност теме докторске дисертације се потврђује кроз релевантне библиографске изворе који су дати у наставку.

Релевантни библиографски извори

1. Pires J. N.: *Robot manipulators and control systems*, Industrial Robots Programming: Building Applications for the Factories of the Future, USA, 2007, pp. 35–107.
2. Connolly C.: *Technology and Applications of ABB Robot-Studio*, Industrial Robot: An International Journal, Vol 36, No 6, 2009, pp. 540–545.
3. Jen Y. H., Taha Z., Vui L. J.: *VR-based Robot Programming and Simulation System for an Industrial Robot*, International Journal of Industrial Engineering, Vol 15, No 3, 2008, pp. 314–322.
4. Kofman J., Wu X., Luu T. J., Verma S., *Teleoperation of a Robot Manipulator using a Vision-Based Human-Robot Interface*, IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol 52, No 5, 2005, pp.1206-1219.
5. Koceski, S., Koceska, N., Koccev, I.: *Design and Evaluation of Cell Phone Pointing Interface for Robot Control*, International Journal of Advanced Robotic Systems, Vol 9, pp. 1-9, 2012.
6. Jenifer T. M., Priyadharshini T. S. V., Lavanya R., Pandian S. R.: *Mobile Robot Temperature Monitoring System Controlled by Android Application via Bluetooth*, International Journal on Advanced Computer Theory and Engineering (IJACTE), Vol 2, No 3, 2013, pp. 138–142.

7. Nasereddin H., Abdelkarim A.: *Smartphone Control Robots Through Bluetooth*, International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences, Vol 4, No 4, 2010, pp. 399–404.
8. Ferro G. E., Potorti F.: *Bluetooth and Wi-Fi Wireless Protocols: A Survey and a Comparison*, IEEE Wireless Communications, Vol 12, No 1, 2005, pp. 12–16.
9. Su Y. H., Hsiao C. C., Young K. Y.: *Manipulation System Design for Industrial Robot Manipulators Based on Tablet PC*, Intelligent Robotics and Applications, Springer International Publishing, 2015, pp. 27–36.
10. Abaid N., Bernhardt J., Frank J. A., Kapila V., Kimani D., Porfiri M.: *Controlling a Robotic Fish with a Smartphone*, Mechatronics, Vol 23, No 5, 2013, pp. 491–496.
11. Truong N.-V., Vu D.-L.: *Remote Monitoring and Control of Industrial Process via Wireless Network and Android Platform*, Proceedings book of the International Conference on Control, Automation and Information Sciences (ICCAIS), Ho Chi Minh City, Vietnam, 2012, pp. 340–343.
12. Lee J.-V., Taha Z., Yap H.-J. Kinsheel A.: *Constructivist Game-based Robotics Simulator in Engineering Education*, International Journal of Engineering Education, Vol 29, No 4, 2013, pp. 1024–1036.
13. Dogmus Z., Erdem E., Patoglu V., *REACT! : An Interactive Educational Tool for AI Planning for Robotics*, IEEE Transactions on Education, Vol 58, No 1, 2015, pp. 15–24.
14. Carpin S., Lewis M., Wang J., Balakirsky S., Scrapper C.: *USARSim: a Robot Simulator for Research and Education*, Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2007, pp. 1400–1405.
15. Sartorius Castellanos A. R., Santana L. H., Rubio E., Santana Ching I., Santonja R. A.: *Virtual and Remote Laboratory for Robot Manipulator Control Study*, International Journal of Engineering Education, Vol 22, No 4, 2006, pp. 702–710.
16. Kuzucuoglu A. E., Erdemir G.: *Development of a Web-based Control and Robotic Applications Laboratory for Control Engineering Education*, Information Technology and Control, Vol 40, No 4, 2011, pp. 352–358.
17. Šafarič R., Truntič M., Hercog D., Pačnik G.: *Control and Robotics Remote Laboratory for Engineering Education*, International Journal on Online Engineering, 2005, pp. 1–8.
18. Fisher M., Baird D. E.: *Making Mlearning Work: Utilizing Mobile Technology for Active Exploration, Collaboration, Assessment, and Reflection in Higher Education*, Journal of Educational Technology Systems, Vol 35, No 1, 2007, pp. 3–30.
19. Ahn H., Kim H., Oh Y., Oh S.: *Smartphone-Controlled Telerobotic Systems*, Proceedings book of the IEEE International Conference on Cyber-Physical Systems, Networks, and Applications (CPSNA), 2014, pp. 77–80.
20. Zubrycki I., Grzegorz G.: *Intuitive User Interfaces for Mobile Manipulation Tasks*, Journal of Automation Mobile Robotics and Intelligent Systems, Vol 9, 2015, pp. 41 – 52.

Софтверски системи за програмирање и симулацију кретања робота и производних процеса базирани на употреби РС рачунара за интеракцију са корисником су описани у радовима [1–3]. Метод за даљинско управљање и надзор робота употребом стерео камера је предложен у раду [4]. У радовима [5] – [7] се предлажу решења за даљинско управљање и надзор робота и других процеса употребом мобилних телефона и Bluetooth комуникације. У раду [8] дата је упоредна анализа Bluetooth и Wi-Fi протокола за комуникацију. Радови [9] – [11] описују решења за даљинско управљање и надзор робота употребом мобилних уређаја и Wi-Fi комуникације. У радовима [12] – [14] се описују системи и окружења за едукацију у области роботике, где се за интеракцију са корисником користи РС. Окружења за едукацију у области роботике која се могу користити употребом интернет претраживача на РС-ју или мобилном уређају (телефону или таблети) су описана у радовима [15] - [17]. Радови [18] - [20] се баве сугестијама и принципима које би требало испунити како би се садржај окружења за програмирање, управљање и надзор робота у индустријским условима, али и у образовном

систему, прилагодио мобилним платформама и интеракцији уз помоћ екрана осетљивих на додир.

3. Полазне хипотезе

Основне претпоставке су да је могуће унапредити и олакшати процес програмирања, управљања и надзора робота у индустријским условима, али и у образовном систему:

- Интегрисањем најнефективнијих појединачних функционалности постојећих софтверских решења из области програмирања, управљања и надзора робота која се користе у индустријским условима и у едукацији, са посебним освртом на решењима која користе паметне телефоне и мобилне платформе.
- Превазилажењем уочених недостатака постојећих софтверских решења базираних на РС-ју као и решења којима се може приступити путем интернет претраживача мобилних уређаја уз поштовање услова за прилагођење функционалности система мобилним платформама и паметним телефонима.
- Обезбеђивањем једноставности и интуитивности у интеракцији, мобилности и економичности.

4. Научне методе истраживања

Методологија која ће бити примењена приликом израде докторске дисертације је систематизовано прикупљање и преглед постојећих научних резултата и достигнућа из области управљања роботима са акцентом на решењима која користе паметне телефоне и мобилне платформе. Метода евалуације и класификације ће се користити у делу истраживања постојећих софтверских решења за даљинско програмирање, управљање и надзор робота за индустријске, научне и потребе едукације. Класификација ће бити извршена на основу интуитивности решења, једноставности коришћења, мобилности и економичности са циљем да се истраже најнефективније појединачне функционалности постојећих решења базираних на РС-ју, као и решења којима се може приступити путем интернет претраживача мобилних уређаја, и дају предлози за превазилажење њихових евентуалних недостатака. Метода анализе ће бити коришћена у делу истраживања услова за прилагођење окружења према карактеристикама мобилних платформи. На основу добијених резултата и закључака биће извршена реализација циљног софтверског система за даљинско програмирање, управљање и надзор робота. Као евалуација предложеног решења користиће се експерименталне методе, на реалним софтверским системима и пројектима. Такође ће бити употребљене статистичке методе у делу одређивања колико ће предложено решење допринети једноставности, интуитивности, мобилности и економичности у области едукације у роботисти.

5. Очекивани научни допринос

Очекивани су следећи научни доприноси докторске дисертације:

- Систематизација и преглед постојећих софтверских решења у области програмирања и управљања роботима са акцентом на решењима која користе паметне мобилне уређаје, у индустрији, научним и академским институцијама, као и у едукацији.
- Класификација и анализа са критичким освртом на погодности коришћења постојећих софтверских решења у области употребе паметних телефона и мобилних платформи за програмирање, управљање и надзор различитих процеса на основу интуитивности решења, једноставности коришћења, мобилности и економичности.
- Анализа услова за прилагођење садржаја окружења за програмирање, управљање и надзор робота мобилним платформама и паметним телефонима.

- Основни допринос докторске дисертације ће представљати формирање нове методе за даљинско програмирање, управљање и надзор робота на основу детаљне анализе постојећих софтверских решења у области управљања роботима са акцентом на решењима која користе мобилне уређаје, уз испуњење услова за прилагођење садржаја окружења према карактеристикама мобилних уређаја, тако да нова метода:
 - Унапреди интеракцију између оператера и роботског система приликом програмирања, управљања и надзора рада робота.
 - Унапреди приступ роботским лабораторијама кроз виртуелно окружење независно од локације корисника.
 - Превазиђе евентуалне недостатке и интегрише најефективније функционалности постојећих софтверских решења у једну целину обезбеђујући интуитивност, локацијску независност и економичност у управљању роботима у индустријским условима, али и у едукацији.
- Анализа технологија које ће бити коришћене за развој новог оригиналног софтверског система који примењује предложену методу.
- Предлог и имплементација новог оригиналног софтверског система који примењује предложену методу.
- Предлог нове методе за едукацију у роботизи. Са становишта едукације очекује се да се употребом предложене методе редукује време потребно за савладавање градива из области управљања и програмирања робота, као и да се редукује потреба за асистенцијом професионалаца, али и да се омогући флексибилна обука, као и анализа индустријских процеса из више перспектива.
- Евалуација ефикасности предложене методе и имплементiranог софтверског система приликом примене у индустријским условима и у едукацији.

6. План истраживања и структура рада

План истраживања ове докторске дисертације може се поделити у неколико корака:

1. Систематизација и класификација постојећих софтверских решења из области програмирања и управљања робота са посебним акцентом на решењима која користе паметне телефоне и мобилне платформе.
2. Класификација најефективнијих функционалности и евентуалних недостатака постојећих решења базираних на РС-ју као и решења којима се може приступити путем интернет претраживача мобилних уређаја са критичким освртом на погодности њиховог коришћења на основу интуитивности решења, једноставности коришћења, мобилности и економичности.
3. Израда предлога за превазилажење евентуалних недостатака и интегрисање најефективнијих функционалности постојећих софтверских решења из тачке 2. у једну целину.
4. Истраживање услова за прилагођење садржаја окружења за програмирање, управљање и даљински надзор робота према карактеристикама и функционалностима паметних мобилних уређаја.
5. Формирање нове методе за програмирање, управљање и даљински надзор робота на основу закључака из тачке 3. и уз задовољење услова из тачке 4. са циљем да се процес програмирања, управљања и надзора робота унапреди у смислу лакоће и интуитивности коришћења, локацијске независности и економичности.
6. Анализа технологија које ће бити коришћене за развој новог оригиналног софтверског система који примењује осмишљену методу.
7. Пројектовање и имплементација новог оригиналног софтверског система који примењује осмишљену методу.
8. Израда предлога примене имплементiranог софтверског система у образовном процесу на основу анализе применљивости и ефикасности оваквих система.

9. Евалуација ефикасности и истраживање о практичној употребљивости и успешности коришћења предложеног решења од стране оператера у индустријским условима и студената у образовном процесу.
10. Статистичка анализа о томе колико ће предложено решење утицати на унапређење поступка едукације у образовном процесу.

Структура предложене тезе пратиће наведени план истраживања.

7. Закључак и предлог

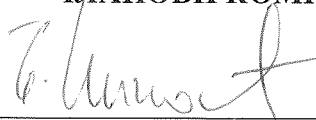
На основу претходно изложеног, Комисија сматра да кандидат Маја Лутовац Бандука, мастер инжењер електротехнике, испуњава све законске, формалне и суштинске услове као и све критеријуме који се примењују приликом оцене подобности кандидата и теме на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Тема дисертације је научно актуелна, а делови истраживања су већ верификовани објављивањем резултата истраживања у часописима међународној значаја.

Комисија констатује да тема припада научној области Софтверско инжењерство за коју је Електротехнички факултет Универзитета у Београду матичан. Комисија за ментора докторске дисертације предлаже ванредног професора др Бошка Николића запосленог на Електротехничком факултету Универзитета у Београду.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да одобри израду докторске дисертације кандидату Маји Лутовац Бандука под насловом "Софтверски систем за даљинско управљање и надзор робота базиран на Андроид оперативном систему и бежичној комуникацији".

У Београду, 15.03.2016. године.

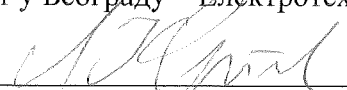
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



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



др Милош Цветановић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Владимир Квргић, виши научни сарадник
Лола Институт (члан комисије који није запослен на ЕТФ-у)



др Вељко Поткоњак, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет