

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Маје Лутовац Бандука, мастер инжењера електротехнике и рачунарства

Одлуком бр. 5067/11-1 од 9. 11. 2016. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Маје Лутовац Бандука под насловом

Софтверски систем за даљинско управљање и надзор робота базиран на Андроид оперативном систему и бежичној комуникацији

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидаткиња Маја Лутовац Бандука, мастер инжењер електротехнике и рачунарства, уписала је докторске студије на Електротехничком факултету у Београду у школској 2011/2012. године.

Кандидаткиња је у току школске 2014/2015. године користила статус мировања због породичног одсуства.

Пријаву и образложење теме докторске дисертације кандидаткиња Маја Лутовац Бандука предала је 28. децембра 2015. године, при чему је за ментора предложила редовног професора, др Бошка Николића. На седници Комисије за студије трећег степена, одржаној 12. јануара 2016. године, Комисија је разматрала предлог теме за израду докторске дисертације и предлог Комисије о оцени подобности теме и кандидата упутила Наставно-научном већу на усвајање. Наставно-научно веће именовало је Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације на седници бр. 795, одржаној 19. јануара 2016. године, 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 (датум одлуке: 27. 1. 2016. године, број одлуке: 5067/11-1).

На јавној усменој одбрани, одржаној 24. фебруара 2016. године, пред Комисијом за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације, кандидаткиња Маја Лутовац Бандука је успешно положила докторски испит са оценом „задовољно”.

Комисија за оцену услова и приhvатање теме докторске дисертације је поднела извештај Наставно-научном већу Електротехничког факултета у Београду и предложила да се кандидаткињи Маји Лутовац Бандука одобри израда докторске дисертације под насловом „Софтверски систем за даљинско управљање и надзор робота базиран на Андроид оперативном систему и бежичној комуникацији”. За ментора докторске дисертације је предложен др Бошко Николић, редовни професор Електротехничког факултета у Београду.

На основу извештаја Комисије за оцену услова и приhvатање теме докторске дисертације за кандидаткињу Мају Лутовац Бандука и пратеће документације, предложена тема је прихваћена на седници Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду бр. 798. одржаној 21. априла 2016. године.

Веће научних области техничких наука је на седници одржаној 16. маја 2016. године донело одлуку (датум одлуке: 16. мај 2016. године, бр. одлуке: 61206-2338/2-16) да даје сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидаткиње Маје Лутовац Бандука, под насловом „Софтверски систем за даљинско управљање и надзор робота базиран на Андроид оперативном систему и бежичној комуникацији”.

Кандидаткиња је предала докторску дисертацију 30. септембра 2016. године. На седници одржаној 11. октобра 2016. године Комисија за студије трећег степена је потврдила испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета и формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације. Наставно-научно веће је на седници бр. 804, одржаној 1. новембра 2016. године, именovalo Комисију за преглед и оцену докторске дисертације кандидаткиње Маје Лутовац Бандука, под насловом „Софтверски систем за даљинско управљање и надзор робота базиран на Андроид оперативном систему и бежичној комуникацији”, у следећем саставу: др Бошко Николић, редовни професор (ментор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет), др Милош Цветановић, доцент (Универзитет у Београду – Електротехнички факултет), др Владимир Квргић, виши научни сарадник (Лола Институт), др Коста Јовановић, доцент (Универзитет у Београду – Електротехнички факултет) и др Вељко Поткоњак, редовни професор (Метрополитан универзитет у Београду, Факултет информационих технологија).

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада научној области Техничке науке – Електротехника и рачунарство, а ужа научна област је Софтверско инжењерство, за коју је Електротехнички факултет у Београду матичан.

За ментора је одређен др Бошко Николић, редовни професор на Универзитету у Београду – Електротехнички факултет. Ментор испуњава законске услове за ментора и бави се научним радом из уже научне области која је предмет дисертације кандидаткиње.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Маја Лутовац Бандука (девојачко Лутовац), мастер инжењер електротехнике, рођена је 06.08.1985. године у Београду, Република Србија. Основну и средњу школу “Никола Тесла” 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 кандидаткиње 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*), као и међународног часописа *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*.

Кандидаткиња 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” 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*”.

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.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација садржи насловну страну и кратак резиме рада на српском и енглеском језику, садржај, једанаест поглавља, преглед коришћене литературе, кратку биографију аутора, изјаву о ауторству, изјаву о истовестности штампане и електронске верзије докторске дисертације и изјаву о коришћењу. Поглавља су насловљена: 1. Увод, 2. Основни појмови и терминологија, 3. Лола роботи и Лола управљачки систем базиран на употреби PC-ја, 4. Преглед релевантне литературе, 5. Дефиниција проблема и предлог решења, 6. Анализа технологија за развој софтверског система 7. Имплементација софтверског система за даљинско програмирање, управљање и надзор робота, 8. Опис софтверског система за даљинско програмирање, управљање и надзор робота, 9. Примена и верификација софтверског система за даљинско програмирање, управљање и надзор робота, 10. Примена и евалуација окружења *Robotics First* у образовном процесу, 11. Закључак. Дисертација садржи 184 стране, 42 илустрације и 14 табела.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Прво поглавље представља увод у дисертацију. У овом поглављу најпре је објашњена мотивација за израду ове докторске дисертације у области програмирања, управљања и надзора робота. Затим су постављени конкретни проблеми који су решавани у докторској дисертацији и на крају су изложени предлози за решавање датих проблема.

У другом поглављу објашњени су основни појмови и терминологија, укључујући термине из роботике, али и из области едукације.

У трећем поглављу описани су роботи (Лола 15 и Лола 50) који су коришћени приликом примене и верификације предложеног софтверског система и чији су модели коришћени у имплементацији симулатора и виртуелних лабораторија. У овом поглављу је такође описан Лола управљачки систем базиран на употреби PC-ја и *L-IRL (Lola Industrial Robot Language)* језика за програмирање кретања робота у оквиру кога је реализован део доприноса ове докторске дисертације и који је коришћен приликом верификације предложеног софтверског система за даљинско програмирање, управљање и надзор робота.

У четвртном поглављу је направљен преглед постојећих решења из области програмирања и управљања робота употребом решења код којих је интеракција са корисником базирана на употреби PC-ја, затим решења код којих се интеракција са корисником базира на употреби паметних телефона, као и решења код којих се

програмирање, управљање и надзор робота обавља кроз интернет претраживаче мобилних уређаја.

У петом поглављу најпре је дата дефиниција проблема, а затим су дате класификација постојећих софтверских решења из области програмирања, управљања и надзора робота употребом мобилних уређаја и класификација постојећих софтверских решења из области едукације у роботизи. Након детаљне анализе релевантне литературе и критичке анализе постојећих решења дате су полазне хипотезе и предлог нове методе за даљинско програмирање, управљање и надзор робота. Затим је дат предлог методе за едукацију у роботизи. У овом поглављу обухваћено је истраживање услова за прилагођавање садржаја окружења екранима мобилних уређаја и интеракцији употребом екрана осетљивих на додир.

У шестом поглављу дата је анализа технологија за развој предложеног софтверског система за даљинско програмирање, управљање и надзор робота, укључујући мобилне платформе и технологије за бежичну и интернет комуникацију.

У седмом поглављу описана је имплементација и дата је структура предложеног софтверског система за даљинско програмирање, управљање и надзор робота базираног на Андроид оперативном систему и бежичној комуникацији.

У осмом поглављу дат је детаљан опис предложеног софтверског система за даљинско програмирање, управљање и надзор робота.

У деветом поглављу описана је примена предложеног софтверског система у индустријским условима. Предложени систем је примењен на даљинско програмирање, управљање и надзор индустријског робота Лола 15 и на програмирање и симулацију програма за кретање индустријског робота Лола 50, центрифуге моделоване као манипулатор са три степена слободе и уређаја за просторну дезоријентацију пилота моделованог као манипулатор са четири степена слободе. У овом поглављу су дати резултати верификације предложеног софтверског система поређењем укупног броја акција корисника потребних за програмирање и извршавање, односно симулацију пет различитих тест програма за кретање робота применом предложеног софтверског система базираног на Андроид оперативном систему и применом *L-IRL* програмског језика и Лола окружења код кога се интеракција са корисником базира на употреби *PC*-ја.

У десетом поглављу је описана примена предложеног софтверског система (*Robotics First*) у оквиру практичне наставе у Лола институту и дата је евалуација са аспекта ефикасности и интуитивности употребе предложеног решења при програмирању, управљању и симулацији кретања индустријских робота.

У једанаестом поглављу, које представља закључак, изложени су резултати рада, сумирани су доприноси рада и дати су правци могућег даљег истраживања. На крају је дат преглед коришћене литературе.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Предмет истраживања у докторској дисертацији је даљинско програмирање, управљање и надзор робота употребом мобилних уређаја и бежичне комуникације. Обухваћено је и истраживање у области примене мобилних уређаја за едукацију у области роботике (*m-learning*).

У савременој роботској индустрији постоји стална потреба за унапређењем приступачности и интеракције у раду са роботским системима. Брзе промене и напредак у развоју технологије у данашње време захтевају имплементацију нових технолошких решења у области програмирања и управљања индустријских робота и других робота специјалне намене. Како роботика постаје све више софистициранија, а корисници уређаја за програмирање и управљање робота све мање обучени, постаје очигледан све већи значај развоја алата који су лаки и интуитивни за коришћење. Поред тога, у индустрији постоји

стална потреба за решавањем проблема безбедности особља и потреба за обезбеђивањем бежичне опреме за рад и комуникацију, поготово у случају масивних и слабо доступних робота.

У последњих неколико година паметни мобилни уређаји који су базирани на Андроид оперативном систему су нашли своју примену у великом броју области. Употреба паметних телефона у роботизици је релативно нови концепт. На основу класификације са критичким освртом на погодности коришћења постојећих софтверских решења из области програмирања, управљања и надзора робота, са акцентом на решењима код којих се паметни телефони користе за управљање и надзор различитих процеса, према интуитивности решења, једноставности коришћења, мобилности и економичности, као и на основу анализе услова за прилагођавање садржаја окружења за програмирање, управљање и надзор робота мобилним платформама и паметним телефонима, формирана је нова и оригинална метода за даљинско програмирање, управљање и надзор робота која је базирана на употреби паметног мобилног уређаја и бежичне комуникације на већим растојањима, уз виртуелно окружење за даљински надзор и симулацију. Развијен је нов и оригинални софтверски систем који примењује дату методу. Верификација предложене методе и развијеног софтверског система је извршена у лабораторијским условима поређењем укупног броја акција корисника потребних за програмирање, даљинско извршавање и симулацију пет тест програма применом предложеног софтверског система и применом *L-IRL* програмског језика и Лола окружења код кога се интеракција са корисником базира на употреби *PC*-ја. Предложеном методом унапређује се интеракција између корисника и роботског система приликом програмирања и управљања робота и унапређује се приступ роботским лабораторијама.

Са обзиром на велику распрострањеност употребе мобилних уређаја у данашње време, окружења за едукацију у роботизици би се требала прилагодити мобилним платформама са циљем да се учење у области роботике унапреди. Резултати истраживања о генералној употреби технологије паметних телефона међу ученицима и студентима, које је спроведено као део докторске дисертације, потврђују да данашњи брз развој технологије захтева унапређење метода за учење и едукацију. Предложена је примена новог оригиналног софтверског система, који је предложен у дисертацији, у едукацији у роботизици. Евалуација предложене методе и софтверског система са аспекта интуитивности и употребљивости решења је извршена приликом примене на практичној настави у Лола институту и попуњавањем унапред припремљених упитника.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Кандидаткиња је детаљно претражила и упознала се са одговарајућом литературом. У докторској дисертацији је прецизно наведено 149 библиографских референци на литературу која је у вези са темом дисертације. Литература садржи најновије радове релевантне за тему дисертације, као и одговарајуће радове чији је кандидаткиња аутор или коаутор. Четврто поглавље дисертације посвећено је анализи постојећих софтверских система из области програмирања, управљања и надзора робота, са акцентом на решењима која користе паметне мобилне уређаје за интеракцију са корисником, као и анализи постојећих окружења за едукацију у области роботике. Искazi у том поглављу, као и у другим деловима докторске дисертације, добро су поткрепљени цитатима одговарајућих радова.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Методологија која је примењена приликом израде докторске дисертације је систематизовано прикупљање и преглед постојећих научних резултата и достигнућа из области управљања робота, са акцентом на решењима која користе паметне телефоне и мобилне платформе. Метода евалуације и класификације је коришћена у делу истраживања постојећих софтверских решења за даљинско програмирање, управљање и надзор рада

робота и других процеса, у индустријским условима и у едукацији. Класификација је извршена према начину програмирања кретања робота и роботских задатака, мобилности и економичности како би се истражиле најефективније појединачне функционалности постојећих решења и како би се дали предлози за превазилажење њихових недостатака. Метода анализе је коришћена у делу истраживања услова за прилагођење окружења према карактеристикама и функционалностима мобилних платформи. На основу донетих закључака извршено је формирање нове методе за даљинско програмирање, управљање и надзор робота и реализација циљног софтверског система који примењује предложено методу. За верификацију предложеног решења користиле су се експерименталне методе, на реалним софтверским системима и пројектима. Статистичке методе су коришћене у делу истраживања колико ће предложено решење допринети једноставности, интуитивности и мобилности у области едукације у роботизици.

Наведени поступци у основи припадају и теоријским и експерименталним истраживањима, и у потпуности одговарају проблему и постављеном циљу дисертације. Примењене експерименталне методе су адекватне и валидне.

3.4. Применљивост остварених резултата

У оквиру дисертације представљена је оригинална метода за даљинско програмирање, управљање и надзор робота, приказан је начин имплементације ове методе у оквиру софтверског система и предложен је начин примене таквог система у лабораторијским условима и образовном процесу (*Robotics First*).

Софтверски систем је реализован користећи уређаје са Андроид оперативним системом који су у данашње време популарни, широко распрострањени и приступачни, што доприноси употребљивости и економичности решења. Предложени систем је примењен на програмирање, управљање и даљински надзор индустријског робота Лола 15 и на програмирање и симулацију кретања индустријског робота Лола 50, центрифуге моделоване као манипулатор са три степена слободе и уређаја за дезоријентацију пилота моделованог као манипулатор са четири степена слободе. Верификација је извршена поређењем укупног броја акција оператера потребних за програмирање, даљинско извршавање и симулацију пет тест програма применом предложеног софтверског система и применом *L-IRL* програмског језика и Лола окружења код кога се интеракција са корисником базира на употреби *PC*-ја. Резултати поређења су показали да је предложено софтверско окружење утицало на значајно редуковање броја акција корисника потребних за програмирање, извршавање и симулацију програма за кретање робота. Предложена метода се може применити на програмирање, управљање и надзор и других робота. Предложено решење даје 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 свакодневној употреби.

Евалуацијом ефикасности и употребљивости предложене методе и софтверског система (*Robotics First*) приликом примене на практичној настави, може се дати закључак да окружење *Robotics First* може бити успешно коришћено за едукацију ученика средњих школа, као и да је мобилно учење (*m-learning*) изазовна техника за едукацију у области роботике.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидаткиња је у изради дисертације показала способност за самостални научни рад. Извршила је систематичан преглед и критичку анализу постојећих решења из области програмирања, управљања и надзора робота као и постојећих решења за едукацију у роботизици, са акцентом на решењима која користе паметне мобилне уређаје за интеракцију са корисником, уз уочавање њихових недостатака. Развила је оригиналну методу за даљинско програмирање, управљање и надзор робота базирану на употреби Андроид оперативног

система и бежичне комуникације. Показала је да је метода практично применљива њеном употребом у оквиру развијеног система за даљинско програмирање, управљање и надзор индустријских робота и робота специјалне намене. Резултате својих истраживања објавила је у два часописа од међународног значаја са признатим фактором утицаја.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

У оквиру дисертације остварени су следећи научни доприноси:

- Систематизација и преглед постојећих софтверских решења у области програмирања и управљања робота 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 начина програмирања роботских апликација и једноставности коришћења, мобилности и економичности, а у циљу постизања што интуитивнијег новог софтверског решења.
- Анализа услова за прилагођење садржаја окружења за програмирање, управљање и надзор робота мобилним платформама и паметним телефонима.
- Формирање нове методе за даљинско програмирање, управљање и надзор робота на основу детаљне анализе постојећих софтверских решења у области програмирања, управљања и надзора робота са акцентом на решењима која користе мобилне уређаје, уз испуњење услова за прилагођење садржаја окружења према карактеристикама мобилних уређаја, којом се:
 - Унапређује интеракција између корисника и роботског система приликом програмирања, управљања и надзора рада робота.
 - Унапређује приступ роботским лабораторијама кроз виртуелно окружење независно од локације корисника.
 - Превазилазе идентификовани недостаци и интегришу најефективније функционалности постојећих софтверских решења у једну целину обезбеђујући интуитивност, локацијску независност и економичност у управљању робота у индустријским условима, али и у едукацији.
- Формирање и предлог нове методе за едукацију у роботизи којом се редукује време потребно за савладавање градива из области управљања и програмирања робота, као и потреба за асистенцијом професионалаца, уз омогућавање анализе индустријских процеса из више перспектива.
- Анализа могућих технологија за развој новог оригиналног софтверског система који примењује предложену методу за даљинско програмирање, управљање и надзор робота.
- Предлог и имплементација новог оригиналног софтверског система који примењује предложену методу за даљинско програмирање, управљање и надзор робота и који се базира на употреби Андроид ОС-а за интеракцију са корисником, Линукс ОС-а за комуникацију у реалном времену, *TCP/IP* сокета за клијент-сервер комуникацију и објектног кода за представљање управљачких порука које се преносе путем бежичне мреже.

- Предлог примене новог оригиналног софтверског окружења у образовном процесу.
- Верификација предложене методе и имплементiranог софтверског система применом у лабораторијским условима.
- Евалуација ефикасности и употребљивости предложене методе и софтверског система приликом примене на практичној настави.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Увидом у дисертацију, полазне хипотезе, реализоване одлуке и добијене резултате, Комисија констатује да је кандидаткиња успешно одговорила на постављене изазове, и да резултати оправдавају почетна очекивања. Предложена је нова и оригинална метода за даљинско програмирање, управљање и надзор робота независно од локације корисника на паметним телефонима, која се фокусира на једноставност и интуитивност употребе окружења и минимизирање когнитивног оптерећења корисника уз одржавање способности за прецизно и ефикасно програмирање и управљање. Провера практичне употребљивости осмишљене методе у оквиру реализованог софтверског система за даљинско програмирање, управљање и надзор робота базираног на употреби Андроид оперативног система и *Wi-Fi* комуникације, потврђује да предложени приступ нема само теоријски значај. Особине предложеног приступа чине га јединственим у односу на конкурентске приступе и применљивим у индустријским условима и у едукацији, у области роботике. Дисертација може допринети развоју нових система за програмирање и управљање робота, и отвара нове правце истраживања који треба да се огледају у даљем унапређењу интеракције између корисника и роботског система, као и примени предложеног приступа у областима у којима је разматрање контекста интеракције човека и робота од значаја.

4.3. Верификација научних доприноса

Кандидаткиња Маја Лутовац Бандука је објавила следеће радове који су у непосредној вези са докторском дисертацијом:

Категорија M21:

1. Kvrđić, V., Vidaković, J., **Lutovac, M.**, Ferenc, G., Cvijanović, V.: A Control Algorithm for a Centrifuge Motion Simulator, -*Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 30, no. 4, pp. 399-412, 2014 (**IF=2.305**) (ISSN: 0736-5845) (DOI: 10.1016/j.rcim.2014.01.002).

Категорија M23:

1. **Lutovac Banduka, M.**: Robotics First - A Mobile Environment for Robotics Education, - *International Journal of Engineering Education*, vol. 32, no. 2(A), pp. 818-829, 2016 (**IF=0.559**) (ISSN: 0949-149X).
2. **Lutovac Banduka, M.**: Remote Monitoring and Control of Industrial Robot based on Android Device and Wi-Fi Communication, -*Automatika*, vol. 56, no. 3, pp. 281-291, 2015 (**IF= 0.311**) (Online ISSN: 1848-3380 | Print ISSN: 0005-1144) (DOI: 10.7305/automatika.2015.10.1057).
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, pp. 89-100, 2013 (**IF=0.476**) (ISSN: 1333-1124).

Категорија M53:

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

Научни часописи без категоризације:

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., pp. 221-226, 2013 (ISSN: 1584-2665).
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, pp. 27-30, 2012 (ISSN: 2067-3809).
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, pp. 184-189, 2012 (Print ISSN: 2159-5275 | Online ISSN: 2159 - 5283).

Категорија М33:

1. **Lutovac, M.**, Dimić, Z., Mitrović, S., Stepanović, A.: "Reconfigurable Multi-robot Virtual Environment," -*Proceedings of 23rd Telecommunications Forum TELFOR 2015*, Belgrade, Serbia, 2015., pp. 954-957, ISBN: 978-1-5090-0054-8.
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*, Novi Sad, Serbia, 2015., pp. 51-54, ISBN: 978-86-7892-722-5.
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, 2013., pp. 885-888, ISBN: 978-1-4799-1420-3.
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, 2013., pp. 825-828, ISBN: 978-1-4799-1420-3.
5. **Lutovac, M.**, Kvrđić, V., Ferenc, G., Dimić, Z., Vidaković, J.: "3D Simulator for Human Centrifuge Motion Testing and Verification," -*Proceedings of 2nd IEEE Mediterranean Conference on Embedded Computing MECO 2013*, Budva, Montenegro, 2013., pp. 160-163, ISBN: 978-9940-9436-1-5.
6. Vidaković, J., Kvrđić, 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, 2013., pp. 485-486.
7. **Lutovac, M.**, Dimić, Z., Ferenc, G., Vidaković, J., Bućan, M.: "Virtual robot in distributed control system," -*Proceedings of 20th Telecommunications Forum TELFOR 2012*, Belgrade, Serbia, 2012., pp. 1401-1404, ISBN: 978-1-4673-2984-2.
8. Mladenović, V., **Lutovac, M.**, Lutovac, M. D.: "Electronic Tour Guide for Android Mobile Platform with Multimedia Travel Book," -*Proceedings of 20th Telecommunications Forum TELFOR 2012*, Belgrade, Serbia, 2012., pp. 1460-1463, ISBN: 978-1-4673-2984-2.
9. Vidaković, J., Ferenc, G., **Lutovac, M.**, Kvrđić, 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*, Novi Sad, Serbia, 2012., DS2a.17-1-6, ISBN: 978-1-4673-1971-3.
10. **Lutovac, M.**, Ferenc, G., Vidaković, J., Dimić, Z., Kvrđić, V.: "Usage of XML and P Code for Robot Motion Control," -*Proceedings of IEEE Mediterranean Conference on Embedded Computing MECO 2012*, Bar, Montenegro, 2012., pp. 162-165, ISBN: 978-9940-9436-0-8.
11. Ferenc, G., Dimić, Z., **Lutovac, M.**, Vidaković, J., Kvrđić, V.: "Distributed Real-Time Robot Control System Implemented on the Client and Server PCs Based on the CORBA Protocol," -*Proceedings of IEEE Mediterranean Conference on Embedded Computing MECO 2012*, Bar, Montenegro, 2012., pp. 158-161, ISBN 978-9940-9436-0-8.

12. Dančuo, Z., Vidaković, J., Kvrđić, V., Ferenc, G., **Lutovac, M.**: "Modeling of Human Centrifuge as 3 Dof Robot Manipulator," -*Proceedings of IEEE Mediterranean Conference on Embedded Computing MECO 2012*, Bar, Montenegro, 2012., pp. 149-152, ISBN: 978-9940-9436-0-8.
13. Ferenc, G., **Lutovac, M.**, Vidaković, J., Dimić, Z., Kvrđić, 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*, Zadar, Croatia, 2012., pp. 266-273, ISBN: 1847-6880.
14. Ferenc, G., **Lutovac, M.**, Vidaković, J., Dimić, Z., Kvrđić, V.: "Real-time Robot Control Logic using Modular FSM," -*Proceedings of the International Conference Management of Technology - Step to Sustainable Production 2012*, Zadar, Croatia, 2012., pp. 259-265, ISBN: 1847-6880.

Kategorija M63:

1. **Lutovac, M.**, Dimić, Z., Ferenc, G., Vidaković, J., Kvrđić, V.: Distribuirani sistem za kontrolu robota korišćenjem CORBA protokola, *Zbornik radova sa 56. konferencije ETRAN 2012*, Zlatibor, 2012., str. RO1.3-1-4, ISBN: 978-86-80509-67-9.
2. Vidaković, J., Kvrđić, V., Ferenc, G., **Lutovac, M.**: Kinematički model humane centrifuge, *Zbornik radova sa 56. konferencije ETRAN 2012*, Zlatibor, 2012., str. RO1.4-1-4, ISBN: 978-86-80509-67-9.

Kategorija M84:

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 poboljšani postojeći proizvod, Lola institut, 2013.

Kategorija M92:

1. Mladenović V., Lutovac M. D., **Lutovac M.**: Elektronski turistički vodič za Android platforme sa izradom multimedijalnog putopisa, Mali patent, registracioni broj: 2012/996 MII-2011/0068, Glasnik intelektualne svojine broj 4, datum objavljivanja 31. avgust 2012, ISSN 2217-9143.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Дисертација кандидаткиње Маје Лутовац Бандука, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, под насловом „Софтверски систем за даљинско управљање и надзор робота базиран на Андроид оперативном систему и бежичној комуникацији” представља оригиналан, савремен и значајан научни допринос. Текст дисертације је написан јасно и разумљиво и добро је организован кроз поглавља и одељке. Циљеви дисертације јасно су формулисани и мотивисани, а резултати истраживања систематски изложени, тако да се научни доприноси могу недвосмислено утврдити. У спроведеним истраживањима предложена је нова метода за даљинско програмирање, управљање и надзор робота. Практична примена предложене методе потврђена је њеном имплементацијом и употребом у оквиру софтверског система за даљинско програмирање, управљање и надзор робота базираног на Андроид оперативном систему и бежичној комуникацији. Објављивањем резултата својих истраживања у часописима од међународног значаја, кандидаткиња је показала способност за самосталан научни рад, а доприноси истраживања добили су адекватну потврду ваљаности.

Комисија констатује да дисертација садржи оригиналне научне доприносе, испуњава све законске, формалне и суштинске услове, као и све критеријуме који се уобичајено примењују приликом вредновања докторских дисертација на Електротехничком факултету у Београду. Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета у Београду да се докторска дисертација под називом „Софтверски систем за даљинско управљање и надзор робота базиран на Андроид оперативном систему и бежичној комуникацији” кандидаткиње Маје Лутовац Бандука, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, а кандидаткињи одобри јавна усмена одбрана.

У Београду, 21.12.2016. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



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



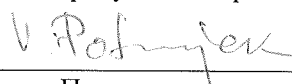
др Милош Цветановић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Владимир Квргић, виши научни сарадник
Лола институт



др Коста Јовановић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Вељко Поткоњак, редовни професор
Метрополитан универзитет у Београду, Факултет информационах технологија