

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног родитеља и име	Ћирић Топлица Иван
Датум и место рођења	06.06.1980., Прокупље, Србија

Основне студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Машински факултет
Студијски програм	Мехатроника
Звање	Дипломирани инжењер машинства
Година уписа	1999.
Година завршетка	2004.
Просечна оцена	9,16

Мастер студије, магистарске студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Машински факултет
Студијски програм	Аутоматско управљање
Звање	Магистар машинских наука
Година уписа	2004.
Година завршетка	2010.
Просечна оцена	10,00
Научна област	Аутоматско управљање
Наслов завршног рада	Неуро-фази-генетско моделирање и управљање процесом сагоревања

Докторске студије

Универзитет	-
Факултет	-
Студијски програм	-
Година уписа	-
Остварен број ЕСПБ бодова	-
Просечна оцена	-

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације	Интелигентно управљање мобилним роботима на основу неуро-фази-генетског препознавања објеката и праћења људи у роботској визији
Име и презиме ментора, звање	др Жарко Ћојбашић, редовни професор
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације	8/20-01-001/13-019 29.01.2013.

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна	170
Број поглавља	8
Број слика (шема, графикона)	98
Број табела	8
Број прилога	-

М. УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ			
Примљено		18.09.2015	
Орг. јед.	Број	Прилог	Вредност
	612-577	115	

**ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА
који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације**

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1	<p>Ćirić, Ivan T; Ćojbašić, Žarko M; Nikolić, Vlastimir D; Igić, Tomislav S; Turšnek, Branko AJ; (2014) “Intelligent optimal control of thermal vision-based Person-Following Robot Platform”, Thermal Science, 18,3,957-966,2014,</p> <p><i>Кратак опис садржине (до 100 речи)</i></p> <p>У овом раду представљен је развој интелигентног система управљања мобилном роботском платформом која као основни извор информација о околини користи термовизијску камеру. Проблем детекције човека у окружењу мобилног робота реализује се сегментационим алгоритмом чији су параметри оптимално подешени генетским алгоритмом и предложен је класификатор заснован на методи потпорних вектора.</p>	M23
2	<p>Ćirić Ivan, Ćojbašić Žarko, Miša Tomić, Milan Pavlović, Vukašin Pavlović, Ivan Pavlović, Vlastimir Nikolić (2012) “Intelligent Control of DaNi Robot Based on Robot Vision and Object Recognition”, Facta Universitatis, Series: Automatic Control And Robotics, Vol.11, No 2, 2012 pp. 129 – 140</p> <p><i>Кратак опис садржине (до 100 речи)</i></p> <p>Представљено је једно решење проблема праћења објеката у роботској визији. Развијена је мобилна роботска платформа са монокуларном камером, као и одговарајући алгоритми софтверска решења потребна за препознавање и праћење објеката. Развијени алгоритми засновани су на алатима из домена рачунарске интелигенције, и експериментални резултати показују њихову применљивост у решавању представљених проблема.</p>	M52
3	<p>Pavlović, I., Ćirić, I., Djekić, P., Nikolić, V., Pavlović, R., Ćojbašić, Ž., & Radenković, G. (2013). Rheological model optimization using advanced evolutionary computation for the analysis of the influence of recycled rubber on rubber blend dynamical behaviour. Meccanica, 48(10), 2467-2477. -</p> <p><i>Кратак опис садржине (до 100 речи)</i></p> <p>Решавању проблема подешавања параметара реолошког модела је у овом раду приступљено на неконвенционалан начин, применом метахеуристичког оптимизационог алгоритма – реално кодираним генетским алгоритмом. Посебна пажња посвећена је дефинисању функције циља оптимизације и самом одабиру параметара оптимизационог алгоритма. Развој реолошких модела са оптимално подешеним параметрима омогућава једноставнију анализу утицаја присуства рециклиране гуме у гуменој смеси на динамичке карактеристике саме смесе. Развијена методологија генетске оптимизације комплексних система је у предметној тези примењена на проблеме сегментације слике.</p>	M21
4	<p>Ćirić, I. T., Ćojbašić, Ž. M., Nikolić, V. D., Živković, P. M., & Tomić, M. A. (2012). Air quality estimation by computational intelligence methodologies. Thermal Science, 16(suppl. 2), 493-504.</p> <p><i>Кратак опис садржине (до 100 речи)</i></p> <p>На основу вишемесечног мерења атмосферских параметара и параметара који дефинишу квалитета ваздуха формирана је конвенционална неуронска мрежа са простирањем сигнала унапред и нелинеарна ауторегресивна неуронска мрежа за предвиђање квалитета ваздуха. У овом раду је представљено и упоређење ове две мреже за предикцију временске серије и наведен је низ предности нелинеарне ауторегресивне неуронске мреже у односу на конвенционалну неуронску мрежу при естимацији и предикцији временских серија. Предикција временских серија се као проблем јавља и у тези кандидата, те је у циљу решавања овог проблема имплементиран алгоритам развијен у описаном раду</p>	M23
5	<p>Živković, P. M., Nikolić, V. D., Ilić, G. S., Ćojbašić, Ž. M., Ćirić, I. T. (2012). Hybrid soft computing control strategies for improving the energy capture of a wind farm. Thermal Science, 16(suppl. 2), 483-491.</p> <p><i>Кратак опис садржине (до 100 речи)</i></p>	M23

	<p>Аутори су у овом раду представили фази-управљачки систем за управљање пољем ветротурбина, који има низ предности у односу на конвенционалне управљачке алгоритме, али доноси и изазове који се првенствено огледају у оптималном подешавању фази-управљачке структуре. Како би превазишли овај проблем, аутори предлажу примену реално кодираних генетских алгоритама, и представљају симулационе резултате који верификују овакав приступ решавању проблема управљању пољем ветротурбина. Примена фази контролера чији су параметри подешени реално кодираним генетским алгоритима су разматрани и у разматраној докторској дисертацији.</p>	
6	<p>Ćirić, Ivan; Ćojbašić, Žarko; Nikolić, Vlastimir; Živković, Predrag; Petković, Dušan; Tomić, Mladen; Tomić, Miša; (2014) “Thermal Vision Integration In Mobile Robot Vision System., Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara-International Journal of Engineering”, 12,2,2014,</p> <p><i>Кратак опис садржине (до 100 речи)</i></p> <p>У циљу праћења људи у роботској визији предложена је интеграција термовизијске камере у систем визије. Овакав приступ захтева развој интелигентног алгоритма обраде слике, па је представљена фази сегментација термовизијске слике, као и неуронска мрежа за класификацију сегментисаних објеката.</p>	M51
7	<p>Petrović, E., Ćojbašić, Ž., Ristić-Durrant, D., Nikolić, V., Ćirić, I., Matic, S. (2013). “Kalman Filter and Narx Neural Network for Robot Vision Based Human Tracking” Facta Universitatis, Series: Automatic Control and Robotics, Vol. 12, No 1, pp. 43-51.</p> <p><i>Кратак опис садржине (до 100 речи)</i></p> <p>Праћење људи у роботској визији може се унапредити имплементацијом одговарајућих филтера који би помогли у оцени положаја људи, као и предвиђању положаја људи у наредном фрејму. У ту сврху се у овом раду користе Калманов филтер и ауторегресивна неуронска мрежа, и упоређени су њихови резултати.</p>	M52
8	<p>Ćirić Ivan , Žarko Ćojbašić, Vlastimir Nikolic, Milica Ćirić, Predrag Živković, Ivan Pavlović, Emina Petrovic, (2015) “Intelligent Control of Mobile Robot for Object Recognition And Grasping”, 12th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology DEMI 2015, Banjaluka, BiH</p> <p><i>Кратак опис садржине (до 100 речи)</i></p> <p>У овом раду разматран је проблем прихватања објеката од стране роботске руке, где робот као основни извор информација користи стерео камеру. Представљени су алгоритми сегментације мапе диспаратета која се формира на основу стерео слике, као и интелигентни алгоритми класификације објеката. Ови подаци користе се касније за планирање путање робота и само управљање моторима који покрећу зглобове роботске руке.</p>	M33
9	<p>Ćirić Ivan, Žarko Ćojbašić, Vlastimir Nikolić, Milica Ćirić, Mladen Tomić, Emina Petrović, Miloš Simonović, (2015) “Neural Network Prediction of Person Position for Human Following Mobile Robot Platform”, 12th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology DEMI 2015, Banjaluka, BiH</p> <p><i>Кратак опис садржине (до 100 речи)</i></p> <p>Мобилна роботска платформа која прати људе задатке праћења може да оствари много успешније уколико у сваком тренутку предвиђа наредну позицију човека. На овај начин се заправо смањује област претраге слике наредног фрејма у коме ће се наћи човек, што значајно убрзава извршење самог алгоритма препознавања и праћења људи стерео камером. Како се проблем своди на предвиђање временских серија, у овом раду је предложено решење засновано на имплементацији неуронске мреже за ово предвиђање.</p>	M33
10	<p>Ćirić Ivan, Žarko Ćojbašić, Miloš Simonović, Milica Ćirić, Ivan Pavlović, Emina Petrović, Vlastimir Nikolić, (2014) “Intelligent System for Object Recognition in Stereo Vision Based Robotic Applications”, ISSN 1313-4264, Sozopol, Bulgaria, pp.143-149.</p> <p><i>Кратак опис садржине (до 100 речи)</i></p>	M33

	<p><i>Препознавање објеката у роботској визији применом стерео камере није нов проблем, али савремена достигнућа у области вештачке интелигенције отварају нове могућности имплементације нових алгоритама у циљу повећања поузданости и робусности роботског система. У раду су представљени алгоритми сегментације једне слике применом алгоритма сегментације с повратном спрегом као и сегментације мапе диспаратета, док се сегментисани бинарни објекти класификују класификаторима заснованим на неуронској мрежи и класификатором заснованим на неуро-фази структури. Експериментални резултати представљени у раду омогућили су упоређење перформанси ова два класификатора.</i></p>	
11	<p>Ćirić Ivan, Žarko Ćojbašić, Vlastimir Nikolić, Dragan Antić, (2013) “Computationally Intelligent System for Thermal Vision People Detection and Tracking in Robotic Applications”, Proceedings of the 11th International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services - TELSIXS 2013, Niš, Serbia, 2013.</p> <p><i>Кратак опис садржине (до 100 речи)</i></p> <p><i>У овом раду представљени су напредни алгоритми засновани на вештачкој интелигенцији и машинском учењу за детекцију, локализацију и праћење људи мобилном роботском платформом са термовизијском камером. Интелигентног алгоритми обраде слике подразумевали су пре-процесирање, фази сегментацију термовизијске слике и алгоритам за разумевање термовизијске слике. Како би се одредили бинарни сегментисани објекти који представљају људе на слици, предложен је класификатор заснован на неуро-фази структури.</i></p>	M33
12	<p>Ćirić, I., Ćojbašić, Ž., Nikolić, V., Igić, T., (2013) “Intelligent Control System for Thermal Vision-Based Person-Following Robot Platform”, Proceedings, 16th Symposium on Thermal Science and Engineering SIMTERM, Sokobanja, Serbia, 2013, pp. 640-648</p> <p><i>Кратак опис садржине (до 100 речи)</i></p> <p><i>Идеја примене генетских алгоритама за оптимално одређивање интервала прага сегментације слике први пут је представљена у овом раду. Овакав вид интелигентне сегментације примењен је на мобилну роботску платформу за праћење људи која информације о околини добија помоћу термовизијске камере. У раду су представљени и развијени алгоритми класификације којим се детектује човек у окружењу, и одређује се просторна локација човека у сцени, што представља основ за развој система управљања мобилном роботском платформом.</i></p>	M33
13	<p>Ćirić, Ž. Ćojbašić, M. Tomić, M. Pavlović, V. Pavlović, (2012) “Computationally Intelligent Object Recognition for DaNI Robot Vision”, Proceedings of XI International SAUM Conference, Niš, Serbia, 2012, pp.132 – 135</p> <p><i>Кратак опис садржине (до 100 речи)</i></p> <p><i>Овај рад анализира примену интелигентних алгоритама развијених применом алата вештачке интелигенције и машинског учења у циљу решавања проблема детекције и праћења објеката у роботској визији. Развијена мобилна роботска платформа користи монокуларну камеру као извор информација, а представљени су и одговарајући алгоритми и софтверска решења потребна за препознавање и праћење објеката.</i></p>	M33
14	<p>Ivan Ćirić, Žarko Ćojbašić, Vlastimir Nikolić, Ivan Pavlović, Emina Petrović, Milica Ćirić, Miloš Simonović, “Mobilna robotska platforma sa termovizijskom kamerom za detekciju i praćenje ljudi”</p> <p><i>Кратак опис садржине (до 100 речи)</i></p> <p><i>Ово техничко решење обједињује различите идеје праћења људи мобилном роботском платформом са термовизијском камером које су представљене у већем броју радова аутора техничког решења. Представљен је развој мобилне роботске платформе, интеграција термовизијске камере у систем визије, као и развој и имплементација одговарајућих управљачких алгоритама и алгоритама за обраду слике. Сви имплементирани алгоритми су хибридни и настали комбиновањем већег броја интелигентних алгоритама.</i></p>	M81

ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.

ДА НЕ

Образложење

Кандидат је магистар техничких наука, има одобрену тему докторске дисертације, објавио је већи број научних и стручних радова и поднео докторску дисертацију одговарајуће садржине, обима и квалитета, у складу са одобреном темом докторске дисертације.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације *(до 500 речи)*

Разматрана теза састоји се из 8 поглавља. Претходе им резиме на српском и енглеском језику, садржај и листе табела и слика. На крају се налази списак 120 референци и биографија аутора.

У уводу је представљен проблем истраживања, представљени су основни циљеви истраживања, као и досадашње публикације аутора. Истакнути су најзначајнији сегменти дисертације и дат је преглед садржине осталих поглавља. Кандидат је у свом истраживању користио 4 различита сензора визије и то монокуларну камеру, стерео камеру, термовизијску камеру и 3Д сензор са структурираном светлошћу. Део истраживања спроведен је на Институту за аутоматику Универзитета у Бремену, где је кандидат вршио истраживања користећи рехабилитациони робот и мобилну роботску платформу за праћење људи.

У другом поглављу су представљене основе компјутерске, односно роботске визије које подразумевају аквизицију и обраду слике. У трећем поглављу представљени су напредни алгоритми обраде слике и стерео слике у циљу препознавања објеката. Ови алгоритми подразумевају формирање мапе диспаратета и сегментационе алгоритме који су били основа за даље унапређење алатима из домена рачунарске интелигенције.

У четвртном поглављу представљене су две роботске платформе код којих је основни задатак био развити алгоритме за препознавање објеката. У ту сврху развијени су АНФИС класификатор и класификатор заснован на неуронским мрежама. Осим тога, у овом поглављу су предложена унапређења постојећег алгоритма класификације с повратном спрегом која подразумевају интелигентну адаптивну сегментацију.

Пето поглавље бави се развојем интелигентног система за детекцију људи заснованог на неуронској мрежи за класификацију. Овде је представљен и нови концепт примене генетског алгоритма за одабир оптималног вектора карактеристика као улаза у класификатор.

У шестом поглављу се као алтернатива најчешће коришћеним сензорима визије предлаже примена термовизијске камере. Развијена су два алгоритма сегментације од којих се један базира на фази логици, док се код другог параметри подешавају генетским алгоритмима. Представљен је и метод потпорних вектора за класификацију сегментисаних објеката на људе и оне који то нису.

Седмо поглавље се бави проблемом праћења људи и препознавања њихових гестова. Најпре је представљена нелинеарна ауто-регресивна неуронска мрежа за предикцију и естимацију положаја човека која се може применити на експерименталној роботској платформи представљеној у петој глави. Потом је представљена роботска платформа са 3Д сензором, код које је препознавање људи решено хардверски, па је било само потребно развити систем праћења, управљања и препознавања гестова човека како би се омогућила успешна интеракција робота и човека.

У осмом поглављу су представљени закључци и правци даљих истраживања.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације *(до 200 речи)*

Циљеви постављени у пријави докторске дисертације су остварени, уз поштовање предложеног оквирног садржаја дисертације.

У оквиру дисертације, приказан је већи број сродних методологија развоја система визије и одговарајућих управљачких алгоритама код мобилних роботских платформи са монокуларном камером, стереовизијском камером, термовизијском камером и 3Д сензором са структурираном светлошћу. Представљена истраживања су по садржају обухватала више актуелних научноистраживачких праваца од роботске визије и дигиталне обраде слике, преко вештачке интелигенције и машинског учења, до филтрирања, предикције и естимације временских серија.

Резултати истраживања представљени у разматраној тези потврђују да је применом савремених метода и алгоритама из домена вештачке интелигенције могуће развити управљачки систем интелигентног роботског система са сензором визије који има способности детекције, препознавања и просторног лоцирања објеката и људи као и одговарајућу интеракцију овог роботског система са њима. Имплементацијом више техника вештачке интелигенције, као што су неуронске мреже, фази логика и генетски алгоритми, у процес развоја интелигентног управљачког система могуће је обезбедити аутономно и поуздано препознавање објеката и људи и њихово праћење које је супериорно у односу на постојећа решења.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације (до 200 речи)

Обрађивана тема докторске дисертације је веома значајна и актуелна, како у научном смислу, тако и смислу практичне применљивости. Поднета докторска дисертација представља оригиналан и вредан научни и стручни допринос кандидата. Научни допринос разматраног рукописа и објављених радова се пре свега огледа у следећем:

- Дефинисана је нова методологија развоја система визије и система управљања мобилне роботске платформе са монокуларном камером засноване на неуро-фази систему за препознавање и праћење објеката и развијени су пратећих алгоритми и софтвер;
- Дефинисана је нова методологија развоја система визије роботске платформе са стерео камером засноване на техникама машинског учења за препознавање објеката и предложен је нови интелигентни адаптивни алгоритам сегментације;
- Представљена је нова методологија детекције и праћења људи мобилном роботском платформом са стерео камером, као и развој пратећих алгоритама и софтвера заснованих на неуронским мрежама и генетским алгоритмима;
- Предложена је нова методологија за оптималан избор вектора улаза у класификатор;
- Дефинисана је нова методологија детекције и праћења људи мобилном роботском платформом са термовизијском камером заснована на техникама рачунарске интелигенције и представљен је развој одговарајућих нових алгоритама сегментације и класификације слике добијене термовизијском камером;
- Развијени су алгоритми и одговарајућа софтверска решења за естимацију и предикције положаја човека у циљу праћења, који су засновани на нелинеарној ауторегресивној неуронској мрежи;
- Представљена је методологија развоја новог система визије код мобилне роботске платформе са 3Д сензором са структурираном светлосћу, као и развој одговарајућих управљачких алгоритама за праћење људи, препознавање поза и гестова човека.

Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

Кандидат мр Иван Ђирић показао је значајно теоријско и практично знање, као и висок ниво самосталности, систематичности и креативности у бављењу научно-истраживачким радом. Кандидат је приказао детаљну, свеобухватну и квалитетну анализу постојеће научне литературе из области теме докторске дисертације. Познавање литературе и стечена знања из више области је искористио да на креативан начин осмисли, формулише и примени софистицирани научни приступ развоја управљачких алгоритама мобилних роботских платформи са сензорима визије који је заснован на комбиновању различитих метода из домена вештачке интелигенције и машинског учења. Креирао је одговарајуће алгоритме и софтверска решења која омогућавају примену предложених методологија.

Неки од научних резултата представљених у разматраној тези презентирани су у оквиру већег броја научних радова који су штампани у међународним и домаћим часописима и представљени су на међународним и домаћим конференцијама, те штампани у зборницима радова. Осим тога, потребно је истаћи да су се неки од резултата представљених у овој тези нашли у 4 техничка решења, што још једном истиче практичну применљивост предложених решења.

ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

На основу прегледа поднете радне верзије докторске дисертације и увидом у публиковане научне радове кандидата, чланови Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације закључују следеће:

- Поднети рукопис одговара теми докторске дисертације одобреној од стране Наставно научног већа Машинског факултета у Нишу и Научно стручног већа Универзитета у Нишу.

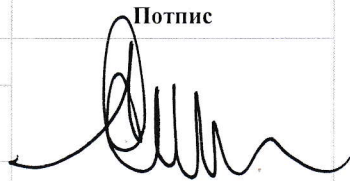


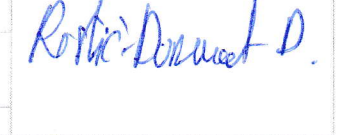
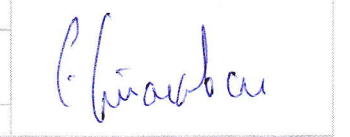
- Докторска дисертација представља оригиналан и вредан научни и стручни допринос веома актуелној и значајној проблематици управљања мобилним роботима заснованом на роботској визији.
- Научни допринос и оригиналност дисертације показани су објављивањем већег броја радова и техничких решења.
- Докторска дисертација је адекватно конципирана и технички квалитетно урађена.
- Резултати приказаног научног рада имају висок степен општости и применљивости.
- Кандидат поседује висок ниво теоријских и практичних знања из више области потребних за решавање комплексних проблема интелигентног управљања мобилним роботима заснованог на роботској визији а и добро је упознат са досадашњим научним достигнућима.
- Кандидат је показао висок ниво самосталности и систематичности у бављењу научно-истраживачким радом, као и креативан приступ формулацији и решавању разматраних проблема.

Имајући у виду напред наведено, Комисија предлаже Наставно научно већу Машинског факултета у Нишу да се поднети рукопис кандидата **мр Ивана Ђирића**, дипломираног инжењера машинства, под називом:

„ИНТЕЛИГЕНТНО УПРАВЉАЊЕ МОБИЛНИМ РОБОТИМА НА ОСНОВУ НЕУРО-ФАЗИ-ГЕНЕТСКОГ ПРЕПОЗНАВАЊА ОБЈЕКТА И ПРАЋЕЊА ЉУДИ У РОБОТСКОЈ ВИЗИЈИ“

прихвати као докторска дисертација, а кандидат позове на усмену јавну одбрану.

КОМИСИЈА

Број одлуке ННВ о именовању Комисије		612-508-6/2015	
Датум именовања Комисије		25.08.2015	
Р. бр.	Име и презиме, звање		Потпис
1.	др Драган Антић, редовни професор	председник	
	Аутоматика (Научна област)	Универзитет у Нишу, Електронски факултет (Установа у којој је запослен)	
2.	др Жарко Ђојбашаић, редовни професор	ментор, члан	
	Аутоматско управљање и роботика (Научна област)	Универзитет у Нишу, Машински факултет (Установа у којој је запослен)	
3.	др Властимир Николић, редовни професор	члан	
	Аутоматско управљање и роботика (Научна област)	Универзитет у Нишу, Машински факултет (Установа у којој је запослен)	
4.	др Данијела Ристић-Durrant, доцент	члан	
	Аутоматско управљање и роботика (Научна област)	Универзитет у Нишу, Машински факултет (Установа у којој је запослен)	
5.	др Стеван Станковски, редовни професор	члан	
	Мехатроника, роботика и аутоматизација (Научна област)	Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука (Установа у којој је запослен)	

Датум и место:
У Нишу,
18.09.2015.