

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Срђана Тадића, магистра електротехнике

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета Универзитета у Београду бр. 937/3 од 28.4.2016. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед и оцену докторске дисертације кандидата мр. Срђана Тадића под насловом

ОДРЕЂИВАЊЕ ТРАЈЕКТОРИЈЕ ВОЗИЛА ПРИ СУДАРУ УПОТРЕБОМ ИНТЕГРИСАНОГ СИСТЕМА САТЕЛИТСКЕ И ИНЕРЦИЈАЛНЕ НАВИГАЦИЈЕ

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

Срђан Тадић је стекао академски назив магистра електротехничких наука за област Телекомуникације на Електротехничком факултету у Београду. Магистарску тезу под насловом "Реализација мобилног радио система посебне намене техником софтверски дефинисаног радија " одбранио је 21.06.2007. године.

Кандидат је 7.5.2015. године пријавио тему докторске дисертације под насловом „Одређивање трајекторије возила при судару употребом интегрисаног система сателитске и инерцијалне навигације“. Комисија за студије трећег степена разматрала је 12.5.2015. године 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 (Одлука бр. 937/1 од 30.6.2015.) у саставу:

1. др Јелена Ћертић, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
2. др Горан Марковић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет
3. др Стевица Граовац, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

Јавна усмена одбрана предложене теме докторске дисертације одржана је 30.06.2015. године на Електротехничком факултету у Београду. На усменој одбрани су били присутни сви чланови Комисије. Одбрану је отворио председник комисије доц. др Јелена Ћертић упознавши присутне са хронологијом пријаве теме, одлуком Наставно-научног већа, основним подацима о кандидату и основним подацима о пријављеној теми докторске дисертације. Кандидат је изложио у најсажетијем облику област и предмет истраживања, актуелност истраживања, постојећа решења са критичким освртом, као и предлоге за унапређење алгоритама за реконструкцију судара употребом интегрисаног система сателитске и инерцијалне навигације. Кандидат је успешно одговорио на сва питања која су му чланови Комисије поставили. По завршеној одбрани, Комисија се повукла на већање и једногласно донела закључак да је кандидат Срђан Тадић на јавној усменој одбрани предложене теме докторске дисертације добио оцену „задовољно“.

На основу одбране, као и поднетог Образложења теме, Извештај о подобности теме и кандидата Срђана Тадића, за израду докторске дисертације под називом „Одређивање трајекторије возила при судару употребом интегрисаног система сателитске и инерцијалне навигације“ је поднела комисија у саставу:

1. др Предраг Иваниш, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
2. др Лазар Сарановац, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
3. др Јелена Ћертић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
4. др Горан Марковић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет
5. др Стевица Граовац, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

и за менторе докторске дисертације предложила др Предрага Иваниша, ванредног професора Електротехничког факултета у Београду и др Лазара Сарановца, ванредног професора Електротехничког факултета у Београду.

Наставно-научно веће усвојило је Извештај Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације 10.7.2015. године (Одлука бр. 937/2). Веће научних области техничких наука дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације (број одлуке 61206-3784/2-15 од 15.9.2015. године).

Кандидат је предао докторску дисертацију на преглед и оцену 7.4.2016. године. Комисија за студије трећег степена потврдила је испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације на својој седници од 12.4.2016 године.

Наставно-научно веће Факултета именovalo је Комисију за преглед и оцену докторске дисертације (број одлуке 937/3 од 28.4.2016. године), у саставу:

1. др Предраг Иваниш, ванредни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
2. др Лазар Сарановац, ванредни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
3. др Миодраг Поповић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
4. др Мирослав Дукић, редовни професор,
Универзитет Сингидунум – Технички факултет
5. др Стевица Граовац, ванредни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

1.2. Научна област дисертације

Научна област докторске дисертације под насловом „Одређивање трајекторије возила при судару употребом интегрисаног система сателитске и инерцијалне навигације“ кандидата Срђана Тадића је Електротехника, а теза покрива више ужих научних области претежно везаних за Телекомуникације.

Због мултидисциплинарног приступа у овој дисертацији одређена су два ментора, проф. др Предраг Иваниш и проф. др Лазар Сарановац. Оба ментора су са кандидатом сарађивали у оквиру пројекта "Напредне технике за ефикасно коришћење спектра у бежичним системима". Ужа област ове дисертације је "*mobile cyber-physical systems*" која је по својој природи мултидисциплинарна, и у овом тренутку припада више ужих научних области које се негују на Електротехничком факултету у Београду. Ментори имају научне радове из ужих научних области које су предмет дисертације кандидата. Релевантни радови ментора су наведени приликом пријаве теме докторске дисертације кандидата.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Срђан Тадић је рођен 1978. године у Београду где је завршио Средњу електротехничку школу „Никола Тесла“. Дипломирао је на Електротехничком факултету у Београду, на катедри за телекомуникације 3.4.2003. године, са просечном оценом студирања 8.50. Дипломски рад „Оптичко издвајање такт сигнала коришћењем DFB ласера“ одбранио је код проф. Дејана Гвоздића. Последипломске студије из области телекомуникација је уписао 2004. године, а магистарски рад под насловом „Реализација мобилног радио система посебне намене техником софтверски дефинисаног радија“, одбранио је на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, 21.6.2007. код проф. Мирослава Л. Дукића.

У периоду од 2003.-2008. године био је запослен као развојни инжењер у компанији Радиософт д.о.о Београд, ангажован у истраживању, развоју и имплементацији алгоритама за дигиталну обраду сигнала у телекомуникационим уређајима, посебно у развоју бежичних модема техником софтверски дефинисаног радија. Уже области истраживања су биле полифазне филтарске банке са применом у бежичним телекомуникацијама, временска синхронизација сигнала код OFDM модема, технике ефикасне детекције заузетости спектра са применом у когнитивном радију, као и дигитални радарски пријемници.

Од 2009. године до данас запослен је у домаћој компанији Bitgear Wireless Design Services д.о.о Београд као развојни инжењер, а потом као директор за развој нових технологија. Од 2008. године бави се истраживањем и развојем у области *strapdown* инерцијалних навигационих система (INS), интеграције инерцијалне и сателитске навигације. Ужа област интересовања му је развој сателитских навигационих пријемника техником софтверски дефинисаног радија.

Кандидат је коаутор 2 техничка решења призната као нов производ на међународном тржишту и носилац 3 патента регистрована у више држава, између осталих САД, Кореја, Немачка, Велика Британија итд., при чему је на сва три патента први потписник. Учествовао је у реализацији пројеката технолошког развоја Министарства науке, као и на 4 међународна FP7 и 2 Horizon2020 развојна пројекта из области радија и сателитских система. Тренутно је технички координатор Horizon2020 пројекта на тему Galileo сателитског система. Рецензент је у више домаћих и међународних часописа.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација је написана у осам поглавља укључујући увод и закључак, на 171 страни текста. Садржи 88 слика, 15 табела, као и списак 129 коришћених референци. Дисертација садржи и четири прилога.

Садржај рада:

1. Увод
2. Глобални навигациони сателитски системи
3. Избор естиматора стања
4. Инерцијална навигација
5. Интеграција “*strapdown*” INS и GNSS-а
6. Реконструкција судара возила
7. Лабораторијско испитивање и постигнути резултати
8. Закључак

Дисертација кандидата садржи и четири прилога

- Прилог 1 – Координатни системи и њихове трансформације
- Прилог 2 – Аритметика кватерниона
- Прилог 3 – Систем за прикупљање и обраду података
- Прилог 4 – Извештај о судару

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом, уводном поглављу докторске дисертације је детаљан приказ значаја унапређења алата за реконструкцију судара као и преглед динамике возила при вожњи и судару. постојећих алата за реконструкцију судара и новијих нацрта стандарда за *Event Data Recorder* (EDR) уређаје који бележе битне догађаје у вожњи.

Акценат другог поглавља је на математички принципима позиционирања употребом глобалних навигационих сателитских система (*Global Navigation Satellite Systems*, GNSS) и евалуација узрока грешака позиционирања, али и одређивања брзине и убрзања пријемника односно GNSS корисника. Дат је преглед оперативних GNSS (GPS, Глонасс, Galileo), као и принцип рада помоћних сателитских система SBAS/EGNOS и пратећег земаљског сервиса EDAS. Приказане се три основне врсте мерења код GNSS, мерење псевдорастојања, фазна мерења и мерења Доплеровог помераја која су основ за све технике за решавање навигације и указано је на најзначајније изворе грешака и механизме којима они утичу на навигационо решење. Како се стање технике у области GNSS рапидно мења у последњој деценији, на карактеристичном примеру је демонстрирана могућност мерења убрзања возила само GNSS пријемником и упоређена са резултатима са инерцијалних сензора. У наставку је у посебној секцији додатно указано на тренутно стање технике GNSS појединачним једнофреквентним пријемником и очекивана значајна техничка побољшања у наредних неколико година која могу битно утицати на основни проблем који овај рад решава. Указано је на најважније предности употребе комбинованих пријемника више сателитских сигнала.

У трећем поглављу приказани су основни принципи рада два есиматора стања који су од интереса за основне компоненте INS/GNSS система. Естиматор који користи методу најмањих квадрата и Калманов филтар који се интензивно користе за побољшање тачности GNSS решења и побољшање како навигационог решења тако и модела грешака интегрисане навигације. Утицај избора естиматора илустрован је карактеристичним примером при статичком и динамичком одређивању позиције возила у урбаној средини.

Четврто поглавље приказује основе инерцијалне навигације, а нарочито математичке постулате на којима су засновани *strapdown* системи инерцијалне навигације (SDINS) који су данас у великом броју примена потиснули системе који користе серво-покретну жиро-стабилисану платформу. Начин рада SDINS дат је кроз алгоритам орјентације, навигације и методе почетног постављања системе по углу. Приказан је модел грешака сензора који одговара сензорима ниске класе тачности.

Пето поглавље приказује основне начине спрезања инерцијалне и сателитске навигације, као једног аутономног али дивергентног система и другог система који није имун на спољне утицаје али има ограничену грешку.

У шестом поглављу је анализиран проблем реконструкције тродимензионалног кретања возила при судару. Анализирано је понашање сензора и пријемника у условима велике динамике и анализирани главни извори грешака инерцијалне навигације при краткотрајној навигацији. Размотрена су практична ограничења одређивања орјентације уређаја у NED систему. Детаљно је образложена метода за реконструкцију судара и један могући начин рада уређаја.

У седмом поглављу дат је опис и резултати експерименталних тестова и то провера концепта на моделу аутомобила и резултати добијени тестирањем у акредитованој лабораторији за испитивање судара.

Закључно, осмо поглавље описује значај предложеног решења и кораке за даљи рад.

Прилози дају основе употребљених координатних система и трансформација координата између њих, као и основе аритметике Хамилтоновог кватерниона потребног за реализацију SDINS. Хардверско-софтверска платформа која је коришћена за аквизицију и обраду података са сензора, такође погодна за широку употребу, описана је трећем прилогу. Завршни, четврти прилог даје пример аутоматски генерисаног извештаја у судару добијеног на основу приказане методе.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

У време када су уређаји за бележење излаза сензора аутомобила при судару (EDR) постали *de facto* обавезни и уводе се као обавезни системи за аутоматско обавештавање у случају судара (E-Call, ERA-GLONASS), када се дешава драстичан пораст броја расположивих сателитских система и цивилних сигнала, један од најважнијих задатака је проналажење нових начина за искоришћавање ових информација у циљу повећања безбедности вожње и повећања поузданости расветљавања тешких саобраћајних несрећа. На основу записа из модерних EDR после судара, аутоматски се генеришу извештаји обима преко 70 страница, при чему су и даље честе неконзистентности са мерењима са терена. Ово све јако усложњава процес вештачења судара, јер и даље није доступан бољи опис трајекторије. Ова докторска дисертација повезује модерно сателитско позиционирање и одређивање брзине, са *strapdown* инерцијалним системима који се данас могу извршавати на врло јефтиним хардверским платформама, што чини да овде приказано истраживање представља изузетно вредан и широко применљив допринос.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У раду је коришћено 129 релевантих референци из реномираних часописа, студија и извештаја водећих струковних удружења, компанија и тела за стандардизацију из области сателитског позиционирања, инерцијалне навигације и анализе судара. Тема покрива три области које се интензивно развијају више деценија и који су нарочито велики пробој и омасовљење постигли управо применом у ауто индустрији, тако да референце покривају како базичне радове тако и велики број публикација новијег датума. Коришћене референце укључују и рад у часопису са импакт фактором, као и прихваћене патенте који садрже оригиналне научне резултате до којих је кандидат дошао у току припрема ове докторске дисертације, а које покривају кључне сегменте рада у којима се даје стручни и научни допринос.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Кандидат је извршио критичку анализу постојећих метода за реконструкцију трајекторије возила при судару, као и карактеристика система сателитског позиционирања и инерцијалне навигације у условима велике динамике. Примарно коришћене методе истраживања и развоја алгорита су теоријска анализа, симулација и експеримент. Наменски је пројектован и развијен хардверско-софтверски систем за аквизицију података за памћење реалних података са више типова сензора и више конфигурација GNSS пријемника и антена. Уз помоћ ових записа, развијен је *strapdown* инерцијални навигациони систем и потом спрегнут у INS/GNSS интегрисани систем који је верификован у лабораторијским условима као и у реалној вожњи. Затим је уз помоћ серија тестова коришћењем аутомобила верификован рад додатних алгорита за естимацију грешака инерцијалних сензора и за решавање проблема почетног постављања система у хоризонталној равни као и у односу на уздужну осу возила. Финална верификација урађена је двојачко – експериментом коришћењем модела аутомобила чиме је потврђен рад алгорита за детекцију судара и одређивање правца дејства силе. Затим је предложена метода реконструкције верификована испитивањем у акредитованој лабораторији за испитивање судара аутомобила поређењем резултата реконструкције са записом ултра брзих видео камера и референтних лабораторијских инерцијалних сензора према релевантним стандардима за испитивање безбедности возила.

3.4. Применљивост остварених резултата

Целокупно истраживање и рад на теми обављени су у компанији Битгир (*Bitgear Wireless D. S.*) у периоду 2010. до 2015. године. На бази предложене метода и развијеног хардверско-софтверског демонстратора, понуђен је нов производ на комерцијалном тржишту, што је верификовано од стране Академије инжењерских наука Србије (категорија М81 – нов производ на иностраном тржишту). Идеје и доприноси описани у докторској тези су непосредно везани за патенте кандидата, што представља једну од потврда применљивости резултата.

Може се констатовати да је постављени циљ истраживања у потпуност остварен и да је недвосмислено довео до развоја нове методе за реконструкцију трајекторије возила при судару употребом сателитске и инерцијалне навигације, а који је у складу са потребама више различитих индустрија. Примена резултата овог рада је у индустрији осигурања, аутомобилској индустрији и као део софтверских алата који се користе при анализи односно вештачењу судара. На бази овог истраживања развијени су посебни хардверско-софтверски модули и лиценцирани под комерцијалним условима на иностраном тржишту.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат Срђан Тадић има више од десет година у континуитету искуства у развоју алгоритама за обраду сигнала у области телекомуникација и навигације, развоју бежичних модема и навигационих система и иновативних хардверско-софтверских решења заснованих на FPGA и DSP чиповима. Кандидат је користио актуелну литературу и развијао сопствене симулационе моделе. У анализи употребе интегрисане навигације за анализу судара, критички се осврнуо на постојеће моделе и развио нов начин рада система који се показао као успешан за ову примену.

Кандидат је показао висок ниво упорности и самосталности при научном раду.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Као посебан допринос истраживања представљеног у овом раду може се навести следеће:

- теоријски су објашњена ограничења постојећих метода сателитске навигације за примене у безбедности саобраћаја и праћење динамике возила при вожњи и при судару, а нарочито ограничења пропусног опсега петљи за праћење сателитског сигнала;
- теоријски су објашњена ограничења постојећих метода инерцијалне навигације за примене у безбедности саобраћаја и праћење динамике возила при вожњи и при судару, а нарочито повећан утицај нелинеарности и вибрација на излазе сензора;
- теоријски су објашњена ограничења постојећих метода интеграције инерцијалне и сателитске навигације за примене у безбедности саобраћаја и праћење динамике возила при вожњи и при судару, укључујући ограничења проширеног Калмановог филтра као естиматора као и *smoothing* естиматора;
- предложена је нова метода реконструкције кретања возила током судара којом се може унапредити расветљавање узрока и околности судара коришћењем крајњег стања возила за додатне процедуре постављања по углу и уклањање офсета брзинских жироскопа;
- приказан је практично применљив алгоритам за постављање инерцијалне мерне јединице у равни и одређивање оријентације уређаја у односу на возило. Експериментално је верификован и постигнути су практично применљиви резултати који могу значајно да поједноставе процедуру монтаже уређаја;
- анализирана је грешка трајекторије и њена зависност од почетног постављања платформе и перформанси сензора;
- анализирана је могућност коришћења инерцијалне MEMS технологије наспрам сензора више класе тачности и остали потребни услови за ширу практичну примену предложеног система.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Значајни су научни доприноси дисертације у области примене интегрисаних сателитских и инерцијалних навигационих система за естимацију трајекторије возила при судару као и праћења објеката у условима велике динамике. Резултати дисертације потврђују могућност и предлажу начин за коришћење јефтиних и широко доступних сателитских пријемника и сензора ниске класе тачности за постизање дециметарске тачности реконструкције тродимензионалног кретања возила при кратком времену навигације од интереса.

Детаљни резултати симулација и експерименталне верификације верификовани су објављивањем резултата дисертације у реномираном часопису међународног значаја, у прихваћеним патентима и комерцијалној реализацији.

4.3. Верификација научних доприноса

У току истраживања којима је кандидат приступио радећи на докторској дисертацији, објављено је више радова, као што следи у списку. Потврда доприноса дисертације је рад објављен у часопису *Radioengineering*, као и у прихваћеним патентима.

Рад у часопису међународног значаја (M23):

1. **S. Tadic**, M. B. Vukajlovic, Experimental Investigation of Inertial Navigation with MEMS for Forensic Investigation of Vehicle Collision. *Radioengineering*, April 2016, vol. 25, no. 1, p. 187-193. DOI: 10.13164/re.2016.0187, ISSN 1210-2512 (Print), ISSN 1805-9600 (Online) (IF=0.653).

Рад на међународном скупу (M33):

1. 6. Milan B. Vukajlovic, **Srdjan Tadic**, Dejan M. Dramicanin, "The Practical Design of In-vehicle Telematics Device with GPS and MEMS Accelerometers", *Zbornik radova 19. Telekomunikacionog foruma TELFOR*, pp. 908-911, 22-24 Novembar 2011, ISBN: 978-1-4577-1498-6 doi: 10.1109/TELFOR.2011.6143692.
2. **Srdjan Tadic**, Milan B. Vukajlovic, "Coarse Azimuth Alignment of Inertial Measurement Unit for Use in Telematics", in *Proc. 21st Telecommunications Forum (TELFOR)*, Belgrade, Serbia, pp. 565-568, 26-28 Nov. 2013. ISBN: 978-1-4799-1419-7 doi: 10.1109/TELFOR.2013.6716292.
3. **Srdjan Tadic**, Moura Gregory, Trichaud Thierry, "Design of GNSS Performance Analysis and Simulation Tools in the "GAPFILLER" Web Portal", in *Proc. 21st Telecommunications Forum (TELFOR)*, Belgrade, Serbia, vol., no., pp. 236-239, 26-28 Nov. 2013 ISBN: 978-1-4799-1419-7 doi: 10.1109/TELFOR.2013.6716216.
4. D. S. Zivkovic, B. R. Markovic, D. Rakic, **S. Tadic**., "Design considerations and performance of low-cost ultrasonic ranging system", in *Proc. Workshop on Positioning Navigation and Communication (WPNC)*, 2013 10th, 20-21 March 2013 doi: 10.1109/WPNC.2013.6533274.
5. **Srdjan Tadic**, Milan B. Vukajlovic, "Design and Testing of Method for Automatic Kinematic Alignment", in *Proc. International Symposium on GNSS (ISGNSS)*, October 22nd-25th 2013 – Istanbul, Turkey; CD-ROM: 111.
6. **Srdjan Tadic**, Pierre Gruyer, John Kelesidis, Gregory Moura, John Spanoudakis, "GNSS Performance Prediction Using "GAPFILLER" Data Pool of Worldwide GNSS Measurements", in *Proc. International Symposium on GNSS (ISGNSS)*, October 22nd-25th 2013 – Istanbul, Turkey; CD-ROM: 110.

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34):

1. **Срђан Тадић**, *Мозгућности примене софтвера отвореног кода у анализи саобраћаја као део „интернета ствари“*, Savetovanje TES 2012, 10. Саветовање о техникама регулисања саобраћаја, Међународно саветовање, 17-18 мај 2012. Суботица, стр. 272-274, ISBN 978-86-7395-300-7.

Научни радови објављени у научним часописима (M53):

1. **Srdan V. Tadić**, Miroslav Dukić, "Principi tehnologije kognitivnog radija", *Telekomunikacije*, br. 1, April 2008. ISSN: 1820-7782.
2. M. B. Vukajlovic, **S. Tadic**, D. M. Dramicanin, "The practical design of in-vehicle telematics device with GPS and MEMS accelerometers", *Telfor Journal*, vol. 4, no. 2, 2012. pp. 128-132. ISSN 1821-3251.
3. **Srdjan Tadic**, Gregory Moura, and Thierry Trichaud, "Design of GNSS Performance Analysis and Simulation Tools as a Web Portal", *Telfor Journal*, vol. 6, no. 2, 2014. pp. 97-102. ISSN 1821-3251.

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63):

1. **Srđan Tadić**, Slobodan Denić, Miroslav Pajić, Dejan M. Dramićanin, "Softverski CPFSK modem za zemaljski mobilni radio system", *Zbornik radova 12. Telekomunikacionog foruma TELFOR*, 23-25 Nov. 2004., CD-ROM: SPS-5.11 (<http://www.telfor.rs/telfor2004/radovi/SPS-5-11.pdf>).
2. Miroslav Pajić, Slobodan Denić, **Srđan Tadić**, "Primer vremenske sinhronizacije kod PAM modema paketskog tipa", *Zbornik radova 13. Telekomunikacionog foruma TELFOR*, 22-24 Nov. 2005., CD-ROM: SPS-4.10. (<http://www.telfor.rs/telfor2005/radovi/SPS-4.10.pdf>).
3. Miroslav Pajić, **Srđan Tadić**, "QR dekompozicija matrica efikasnim korišćenjem Virtex-4 FPGA čipova", *Zbornik radova 50. konferencije ETRAN 2006*, Beograd, 6-9. jun 2006, Vol. 1 pp. 27-30, ISBN 86-80509-58-2.
4. Miroslav Pajić, **Srđan Tadić**, "One approach to design real-time spectrum analyzer", *Zbornik radova 52. konferencije ETRAN*, Palić, 08.06-12.06., 2008, EL2.4, ISBN 978-86-80509-63-1
5. Vladimir Kovačević, Aleksandar Čejkov, **Srdjan V. Tadić**, "3Gb/s HDTV signal generator", *Zbornik radova 52. konferencije ETRAN*, Palić, 8-12. Jun 2008., EL 5.4, ISBN 978-86-80509-63-1.

Одбрањен магистарски рад (M72):

Срђан Тадих, "Реализација мобилног радио система посебне намене техником софтверски дефинисаног радија", Електротехнички факултет Универзитета у Београду, 21.6.2007.

Нови производ или технологија уведени у производњу (M81):

1. Дејан Драмићанин, **Срђан Тадих**, Бранко Караклајић, Владимир Вучићевић, Вукашин Пејовић, Милан Вукајловић, Милош Дугошија, "Софтверско-хардверска телематичка платформа за интелигентну анализу сигнала са инерцијалних МЕМС сензора", Академија инжењерских наука Србије.

Признат нови прототип (M85):

1. Предраг Јовановић, Бранислав Павић, Верица Маринковић-Неделички, Предраг Петровић, Нинослав Ременски, **Срђан Тадих**, "Софтверско-хардверска FPGA платформа базирана на Spartan-у 3", Академија инжењерских наука Србије.

Патенти на међународном нивоу (M91):

1. **Srdjan Tadic**, Dejan Dramicanin, Branko Karaklajic, "Telematics System with 3d Inertial Sensors", број публикације WO2013105869 A1, број апликације PCT/RS2012/000001 (CA2863098A1, CA2863229A1, CN104054118A, CN104093618A, EP2802498A1, EP2803060A1, US20140358840, WO2013104805A1, WO2013105869A1).
2. **Srdjan Tadic**, B Milan Vukajlovic, "Apparatus, system and method for risk indicator calculation for driving behaviour and for reconstructing a vehicle trajectory", број публикације WO2013104805 A1, број апликације PCT/EP2013/050604 (CA2863229A1, CN104054118A, CN104093618A, EP2802498A1, EP2803060A1, US20140358840, US20150246654, WO2013104805A1, WO2013105869A1, KR20140119119 (A), KR20140121845 (A) JP2015513330 (A), JP2015513131 (A), HK1203910 (A1), HK1204132 (A1), EP2802498 (A1) EP2803060 (A1) CN104093618 (A), CN104054118 (A), CA2863229 (A1), AU2013208896 (A1), AU2012364960 (A1).
3. **Srdjan Tadic**, Dejan Dramicanin, Branko Karaklajic, "Apparatus, system and method for vehicle trajectory reconstruction", број публикације WO 2014108219 A1, број пријаве PCT/EP2013/060743.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу изложеног, Комисија је закључила да докторска дисертација мр. Срђана Тадића, под насловом „Одређивање трајекторије возила при судару употребом интегрисаног система сателитске и инерцијалне навигације“ испуњава све формалне и суштинске услове предвиђене Законом о високом образовању, као и прописима Универзитета у Београду и Електротехничког факултета у Београду.

Предложена докторска дисертација верификована је објављивањем рада у часопису са импакт фактором, као и у три патента међународног значаја и једног техничког решења нивоа новог производа на међународном тржишту. Резултати реконструкције трајекторије возила током судара спрезањем сателитске и инерцијалне навигације су показали дециметарску тачност при кратком времену навигације у објективно изведеном експерименту у лабораторијским условима. У току је комерцијализација развијеног алгорита који је испунио све почетне циљеве, што је потврда успешно завршених истраживања.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета да се докторска дисертација под насловом „Одређивање трајекторије возила при судару употребом интегрисаног система сателитске и инерцијалне навигације“ кандидата Срђана Тадића прихвати, изложи на увид јавности а затим упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 22.05.2016. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ


др Предраг Јиваниш, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Лазар Сарановац, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Миодраг Поповић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Мирослав Дукић, редовни професор
Универзитет Сингидунум – Технички факултет


др Стевица Саравац, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет