

пк ванр. проф. др Миодраг Регодић, дипл. инж. председник комисије
ванр. проф. Др Стевица Граовац, дипл. инж. члан
пк ванр. проф. др Горан Дикић, дипл. инж. ментор

Извештај комисије о оцени
Докторска дисертације
мј мр Владе Соколовића, доставља,-

Наставно-научном већу
Војне академије

Одлуком Наставно-научног већа Војне академије, Универзитета одбране у Београду, бр. 16/40 од 09.06.2015. године (Акт Војне академије инт. бр. 10-384 од 10.06.2015. год), именовани смо за чланове комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мајора мр Владе Соколовића, дипл. инж., под називом:

„ИНТЕГРАЦИЈА ГПС ПРИЈЕМНИКА И СЕНЗОРА НИЖЕ КЛАСЕ ТАЧНОСТИ У ЦИЉУ ПРЕЦИЗНИЈЕ НАВИГАЦИЈЕ ОБЈЕКТА У ПРОСТОРУ“.

Након детаљне анализе предложеног рада, а у складу са чланом 32. Закона о изменама и допунама Закона о високом образовању (СГЛ 44/2010), чланом 176. став 2. Статута Универзитета одбране (СВЛ 24/2011), чланом 92. Закона о војним школама и научно-истраживачким установама (СВЛ 27/94), члана 43. Правилника о организовању последипломских студија, начину полагања усменог докторског испита и одбрани докторске дисертације у високим војним школама (СВЛ 5/95) и Статута Војне академије (СВЛ 2/2001), подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ КАНДИДАТА

Мајор мр Влада Соколовић је рођен 02.11.1979. године у Лесковцу, општина Лесковац, Република Србија, где је завршио основну школу. Техничку Средњу школу Смера електротехничар радио и видео технике, завршио је у Лесковцу 1998. године са одличним успехом. Војну академију Одсек логистике Смера ваздухопловнотехничке службе завршио је 2004. године са просечном оценом током студија 8.09. Дипломски рад под називом „Анализа зоне детекције радара под дејством активног ометања“, који је оцењен највишом оценом одбранио је 02.09.2004. године и стекао звање дипломираног инжењера електротехнике. Постдипломске студије на Електротехничком факултету у Београду уписао је 2004. године на Смеру Телекомуникације, и завршио их 2009. године са просечном оценом током студија 9.67. Магистарски рад под називом „Критичка анализа обраде сигнала у софтверском ГПС пријемнику“ одбранио је 15. септембра 2009. године и стекао звање магистра електротехничких наука за област телекомуникација.

Кандидат је до сада објавио два рада у међународним часописима са SCI листе, при чему је првопотписани аутор, и неколико радова у часописима од националног значаја.

Поред тога, из области теме докторске дисертације кандидат је презентовао неколико радова на конференцијама од међународног и националног значаја.

Након завршетка основних студија распоређен је на дужност Начелника 129. класе студената ВТСл и на тој дужности је остао до расформирања Одсека логистике 12.10.2006. године. Након тога постављен је на дужност командира вода у 5. чети батаљона студената логистике у Пуку студената и слушалаца ВА коју је обављао до 18.09.2007. године. Од 18.09.2007. године до 30.06.2008. године обављао је дужност командира 3. вода у 1. чети батаљона студената логистике 1. студентског пука ВА. Од 30.06.2008. године обавља дужност сарадника у Катедри логистике ВА. У току обављања редовних дужности на месту сарадника два пута је службено упућиван на обезбеђењу а/л према КиМ.

Завршио је следеће курсеве: септембра 2005. године "Методичко дидактички курс за наставнике", у току 2008. године „Low of Armed Forces Course“ LOAC, у току 2009. године „NATO/PfP LOG 09“ за официре логистике, у току 2011. године у Чешкој Републици завршио је „RSOM and CORSOM course“ и „Standard Operational Procedures course“, у току 2012. године "Основни курс за учешће у мултинационалним операцијама", као и неколико курсева из области аквизицијске логистике у организацији Управе за одбрамбене технологије МО.

У школској 2004/2005. и 2005/2006. године имао је поверу наставе за реализацију вежби на предмету Електронска дејства и противелектронска дејства. У школској 2006/2007. години имао је поверу наставе на предмету Општа тактика 1. Од 2008. године активно учествује у реализацији наставе на предметима Основи логистике, Менаџмент техничком подршком, Техничка подршка, Техничка подршка у ВиПВО.

Изборно звање асистент-приправник за ужу научну област „Снабдевање и одржавање ТМС“ стекао је 01.07.2008. године, а звање асистент за ужу научну област "Систем логистике" стекао је 02.02.2015. године.

Кандидат је до сада био ментор на изради пет завршних радова кадета ВА и три стручна рада слушалаца КШУ.

Од 10.02.2009. године учествује у изради студијског програма Логистика одбране за који је надлежна Катедра логистике. На основу Наредбе инт. бр. 621-2 од 15. јануара 2010. године Управе за логистику (Ј-4) учествује у радном тиму за достизање партнерства Г-4051. На основу Наредбе инт. бр. 610-19 од 21.04.2011. године Управе за одбрамбене технологије МО, учествовао је у изради Правилника о одржавању НВО у ВС и МО. На основу Измена и допуна Наредбе начелника Управе за логистику (Ј-4) ГШ ВС инт. бр. 503-15 од 30.04.2014. године учествује у радном тиму за израду здруженог доктринарног документа "Правило одржавања у МО и ВС". Члан је удружења инжењера и техничара Србије.

У току 2009. године завршио је 1. степен немачког језика на Институту за стране језике у Београду, а 2012. године други степен енглеског језика у Војној академији.

До сада је једном награђен, два пута похваљен и одликован сребрном медаљом за ревносну службу од стране Председника Републике Србије.

Живи у Београду са супругом и једним дететом.

2. ОПИС И АНАЛИЗА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1 Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата мј мр Владе Соколовића, дипл. инж. изложена је на 148 страна куцаног текста. Текст дисертације је илустрован са 83 слика, 16 табела и једним прилогом. Дисертација садржи: насловну страну, податке о ментору и члановима комисије за оцену и одбрану докторске дисертације, посвету, резиме на српском и енглеском језику, садржај, списак слика, списак табела, скраћенице, литературу, као и следеће главе рада:

Увод,

Основе сателитске навигације,

Основе инерцијалне навигације,

Магнетометри и баро-висиномери,

Вишесензорски интегрисани навигацијски системи,

Анализа резултата испитивања,

Закључци и предлози будућих истраживања.

Током израде дисертације кандидат је веома детаљно истражио постојећу релевантну литературу и коректно навео радове који су у вези са темом дисертације. Наведено је укупно 96 библиографских референци. Наведена литература садржи најновије радове релевантне за проблем истраживања у дисертацији, од чега је кандидат аутор 9 радова.

2.2 Кратак приказ појединачних поглавља

Структуру ове дисертације поред увода и закључка, спискова слика, табела и скраћеница, и коришћене литературе, чини још пет глава.

У првој глави рада приказане су основе система глобалног позиционирања, и начин одређивања позиције и брзине корисника. Такође су приказане грешке израчунавања позиције и брзине корисника а које су последица грешке у мерењу растојања, одступања сателитског часовника, предикције ефимериса, релативистички ефекти, утицаја јоносфере и тропосфере, грешке настале због присуства шума пријемника и резолуције пријемника као и грешке мерења растојања због појаве вишеструког простирања ГПС сигнала и ефекта заклањања сателита.

У другој глави описане су основе инерцијалне навигације и алгоритам рада "Strapdown" система инерцијалне навигације, (СДИНС). Детаљно је приказан метод одређивања параметара оријентације објекта помоћу кватерниона, који омогућавају превазилажење сингуларитета на граничним вредностима углова оријентације. Израчунавање положаја и брзине објекта помоћу СДИНС описано је помоћу навигационих једнача, дефинисаних за NED (north-east-down) координантни систем. У складу са предметом истраживања, извршена је анализа општег модела грешака инерцијалних сензора а затим су приказани модели грешака углова оријентације и грешака положаја и брзине корисника као и пропација грешака у зависности од времена трајања навигације. Посебно је објашњен начин пригушења грешака у хоризонталном и вертикалном каналу СДИНС. На основу извршене анализе извора и пропације грешака, приказани су познати методи пригушења грешака хоризонталног и вертикалног канала помоћу контролних сигнала, који представљају полазну основу истраживања у овом раду.

У трећој глави описани су магнетометри и баро-висиномери. Приказани су извори и модел грешака магнетометра. Методе калибрације двоосног и троосног магнетометра математички су описане а затим је на основу симулације извршена анализа утицаја

појединих грешака на тачност мерења магнетометра. Такође је изведена једначина за израчунавање висине објекта, на основу мерења баро-висиномера, за стандардну атмосферу и приказана је зависност промене притиска и температуре ваздуха у зависности од промене висине. С обзиром да је за потребе практичне имплементације сензора притиска и температуре, неопходно извршити пригушење грешака мерења, дефинисан је модел грешака баро-висиномера, а затим је на основу симулације приказан утицај појединих грешака на тачност мерења баро-висиномера.

Методе и шеме интеграције вишесензорског интегрисаног навигацијског система приказане су у четвртој глави. Посебно је приказана метода интеграције слабом спрегом, која је примењена у овом раду. С обзиром да основу за израчунавање углова оријентације, представљају мерења жироскопа, приказан је метод пригушења дрифта жироскопа на основу мерења магнетометра. Симулацијом пригушења дрифта жироскопа на основу мерења магнетометра и акцелерометара, показан је допринос предложеног решења у погледу повећања тачности одређивања углова оријентације објекта.

Описан је метод пригушења грешака хоризонталног канала, на основу адаптације коефицијената за пригушење грешака. Ради пригушења грешака вертикалног канала предложено је решење које је реализовано помоћу петље пригушења грешака трећег реда и адаптивних коефицијената, при чему је адаптација извршена помоћу хиперболичких функција $\tanh(\cdot)$ и $\sinh(\cdot)$. Такође је дефинисан и поступак одређивања адаптивних коефицијената. На основу симулације показана је предност предложене методе адаптације коефицијената за пригушење грешака вертикалног канала у односу на познате методе пригушења грешака помоћу константних коефицијената.

У овој глави описан је и предложени ММ (map-matching) алгоритам, који је дизајниран за специфичну дигиталну карту, као и алгоритам одређивања вероватне позиције возила у односу на референтне тачке којима је дефинисана дигитална карта.

У петој глави приказани су резултати лабораторијских и експерименталних испитивања. На основу софтвера вишесензорског интегрисаног навигацијског система, извршена је обрада података прикупљених у току експеримента, и критичка анализа резултата испитивања предложених решења.

2.3 Проблем, предмет, циљ и хипотезе истраживања

Један од најраспрострањенијих навигацијских система јесте систем инерцијалне навигације (енгл. "Inertial Navigation System" – INS), који представља аутономни систем за одређивање положаја и брзине објекта у простору без коришћења било којег спољашњег извора информација. ИНС који је изграђен од жироскопа и акцелерометара, поред брзине и положаја објекта, обезбеђује и информацију о угловима оријентације објекта у простору. Добијене навигационе информације даље се могу користити у процесу вођења објекта у простору, или контроли и приказу положаја објекта у одређеном координатном систему.

Глобални тренд да се постигне максимална могућа тачност навигацијских система а да се при том минимализују трошкови њихове изградње, омогућио је широку практичну примену јефтиних сензора као што су микро електромеханички сензори (енгл. „Micro Electro Mechanical Systems“ - MEMS). С обзиром да је тачност наведених сензора директно повезана са ценом њихове изградње јасно је да ће у укупној грешци одређивања навигацијских параметра, од стране навигацијског система, највећи утицај имати грешка која потиче од самих сензора.

Грешке у систему инерцијалне навигације у функцији су тачности употребљених инерцијалних сензора. Код јефтиних MEMS сензора постоје грешке које имају нелинеарну природу и које је веома тешко моделовати и одстранити, што ће се свакако одразити на тачност одређивања навигацијских параметара објекта. Имајући у виду да се свако

израчунавање брзине и позиције објекта у навигационом алгоритму, базира на израчунавању истих у претходном кораку, јасно је да грешке имају кумулативну природу и да њихове вредности драстично расту са временом. Због тога је неопходно остварити периодичну корекцију ИНС навигацијских параметара помоћу спољашњих, независних извора информација, што је довело до изградње вишесензорских интегрисаних навигацијских система.

Проблем истраживања у овом раду јесте повећање тачности одређивања навигацијског решења од стране вишесензорског интегрисаног навигацијског система, изграђеног од јефтиних МЕМС сензора, што ће допринети смањењу укупних трошкова изградње навигацијских уређаја и опреме и омогућити ширу примену навигацијских система који базирају на МЕМС технологији.

Један од најчешће коришћених спољашњих извора информација за корекцију навигацијских параметара ИНС јесте систем сателитске навигације који обезбеђује својим корисницима, широко доступну информацију о тродимензионалној позицији и брзини са високом тачношћу. Поред просторне информације ГПС (енгл. Global Position System – GPS), обезбеђује и тачну информацију текућег времена. Међутим, ГПС пријемници имају и одређене недостатке. Услед радио фреквенцијске интерференције (РФИ) која настаје услед ометања или вишеструке пропагације сигнала на линији сателит-пријемник, може довести до нетачног рада пријемника или прекида дистрибуције информација од стране пријемника.

У данашње време активно се развијају технологије заједничког коришћења јефтиних сензора ниже класе тачности и сателитског система навигације, пре свега инерцијалног и ГПС система навигације (ИНС/ГПС). Неопходност интеграције два навигацијска система између којих не постоји велика сличност, принципијелно је условљена различитим карактером грешака које су присутне у једном, односно другом систему навигације. Грешке у систему сателитске навигације условљене су присуством сметњи у каналу предаје информације на линији сателит-корисник, изменом геометријског распореда сателита у односу на корисника, појавом вишеструког простирања сигнала, утицајем атмосфере на простирање ГПС сигнала и шумом ГПС пријемника. У условима заклањања сателита ГПС пријемник на свом излазу не даје навигациону информацију, што је у многим навигационим применама недопустиво.

У циљу повећања прецизности и тачности навигацијског решења интегрисаног навигацијског система, а нарочито у периодима када ГПС пријемник не врши дистрибуцију информација о позицији и брзини корисника, могу се употребити магнетометри и баровисиномери као додатни спољашњи извор информација. Мерења магнетометра и баровисиномера (састављених од сензора притиска и температуре) такође су праћена одређеним грешкама које се могу моделовати и компензовати у току израчунавања навигацијског решења. У апликацијама намењеним за навигацију објеката на земљи поред интеграције ИНС/ГПС, барометарског висиномера (баро-висиномера) и магнетометара могу се користити и дигиталне карте, које поред могућности визуелног приказа положаја објекта омогућавају и додатно побољшање тачности одређивања навигацијског решења, нарочито у урбаним срединама где је веома честа појава вишеструка рефлексија ГПС сигнала као и заклоњеност ГПС пријемника због објеката на земљи.

Предмет истраживања у раду јесте развој вишесензорске конфигурације који треба да омогући ефикасније функционисање интегрисаног ИНС/ГПС навигационог система. Очекивано побољшање се заснива на претпоставци да ће примена додатних сензора сензора притиска, температуре и магнетометра обезбедити проширени скуп мерења чијом ће се обрадом омогућити тачнија и прецизнија процена позиције, брзине и оријентације објекта у простору.

Операционално одређење предмета истраживања

На основу постојећих сазнања у области вишесензорских интегрисаних навигацијских система и на основу прелиминарно одређеног предмета истраживања, извршена је конкретизација предмета истраживања на следећи начин:

- изучавање извора и модела грешака инерцијалних сензора,
- изучавање техника и метода интеграције ИНС/ГПС, навигационих једначина и метода компензације грешака у интегрисаним навигацијским системима,
- истраживање могућности повећања тачности одређивања углова оријентације објекта на основу интеграције магнетометра у оквиру ИНС/ГПС навигацијског система,
- истраживање могућности боље компензације грешака у вертикалном каналу ИНС/ГПС и повећање тачности одређивања вертикалне брзине и висине, интеграцијом ИНС/ГПС/Баро-висиномер,
- развој ММ алгоритма за сједињавање података добијених од стране навигацијског система и дигиталне карте,
- развој софтвера за анализу и испитивање предложених решења.

Општи циљ истраживања у овом раду је развој модела навигацијског система вишесензорске конфигурације који треба да омогући ефикасну примену магнетометра и сензора баро-висиномера (изграђеног од сензора притиска и температуре) у корекцији грешака ИНС/ГПС навигацијског система и реиницијализацију процеса процене позиције, брзине и углова оријентације објекта у простору одмах након обнављања процеса пријема података из ГПС пријемника.

Научни циљ истраживања је да се на основу научне дескрипције и објашњења у области интеграције вишесензорских навигацијских система, развију алгоритми и методе који ће обезбедити обједињену обраду резултата мерења прикупљених применом ИНС, ГПС, магнетометра и баро-висиномера како би се добила поузданија информација о положају, брзини и оријентацији објекта у простору.

Практични циљ истраживања је да се на основу развијеног модела и добијених резултата истраживања и испитивања омогући даље усавршавање и развој стварног навигацијског система и створе услови за будућа истраживања у области вишесензорских интегрисаних навигацијских система.

Полазећи од постављеног проблема и одређеног предмета истраживања а у складу са постављеним циљевима, у овом истраживању полази се од следећег хипотетичког оквира:

Општа хипотеза

Мултисензорски систем навигације омогућава аутономност, економичност и флексибилност. Аутономност система односи се на независност навигационог система од уређаја и опреме на земљи. С обзиром да интегрисани систем навигације не захтева изградњу скувих земаљских станица и да је изграђен од сензора који су релативно јефтине јасно је да би овакав систем био економски исплатив. Флексибилност предложеног мултисензорског навигацијског система огледа се у могућности увезивања са постојећим системима навигације или додатним сензорима.

Интеграцијом ИНС/ГПС и сензора ниже класе тачности, на основу одређеног алгоритма интеграције и применом нових метода компензације грешака у вишесензорском интегрисаном навигацијском систему, могуће је остварити повећање тачности одређивања позиције, брзине и углова оријентације објекта у простору.

Посебне хипотезе

Општа хипотеза у овом раду, може се разложити на неколико посебних хипотеза:

- интеграцијом инерцијалних сензора и магнетометра, могуће је извршити пригушење дрифта жироскопа а самим тим и повећати тачност одређивања углова оријентације објекта у простору;

- интеграцијом ИНС/ГПС и баро-висиномера, у периодима одсутности ГПС информација, могуће је смањити грешку израчунавања вертикалне компоненте брзине и висине, у вертикалном каналу интегрисаног навигацијског система, на основу примене одговарајуће методе компензације грешака ИНС;

- сједињавањем информација о позицији објекта, одређених помоћу вишесензорског интегрисаног навигацијског система, и података из дигиталне карте, омогућило би се додатно повећати тачности одређивања позиције објекта.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Научна и друштвена оправданост

Докторска дисертација се бави вишесензорским системима навигације изграђеним од јефтиних сензора, који су пре свега економични и флексибилни јер омогућавају увезивање са постојећим системима навигације. С обзиром да интегрисани систем навигације не захтева изградњу скувих земаљских станица и да је изграђен од сензора који су релативно јефтине јасно је да су овакви системи економски исплативи.

Поред економичности битно ограничење широкој употреби јефтине интегрисане навигацијске система јесте њихова тачност што је данас у свету изузетно актуелан предмет истраживања. Актуелност истраживања темељи се на бројним научним и стручним радовима у научним часописима и конференцијама, а нарочито у последњој декади.

Алгоритми интеграције и методе компензације грешака у вишесензорским конфигурацијама свакако зависе од самих сензора. Како технологија изградње сензора напредује, тако се и методе примењене у алгоритмима интеграције мењају или усавршавају, што је један од разлога непрекидног истраживања у овој области и што представља довољан услов научне оправданости истраживања.

Узимајући у обзир чињеницу да интегрисани навигацијски системи имају широку примену и у војне и цивилне сврхе, сматра се да су испуњени захтеви у погледу друштвене оправданости истраживања. С обзиром да су остварени резултати верификовани, предложено решење могуће је даље усавршавати и преточити у развој стварног навигацијског система за употребу у реалном окружењу.

3.2. Опис и адекватност примењених научних метода

Методе које су примењене у овом истраживању су математичко моделовање, симулације, методе анализе, статистичке методе и научни експеримент.

У току истраживања најпре су проучене теоријске основе интеграције ИНС/ГПС и досадашња искуства у области вишесензорских конфигурација и направљена је критичка анализа постојећих метода интеграције и компензације грешака у ИНС/ГПС интегрисаним навигацијским системима.

Методе моделовања, што подразумева доминантну примену математичких модела и симулација на рачунару, употребљене су у формирању модела грешака појединих сензора као и у реализацији модела навигацијског система применом програмског пакета МАТЛАБ.

На бази математичких модела формиран су симулациони модели у ближњем објашњењу карактеристика сензора ниже класе тачности и у току испитивања рада појединих алгоритама.

Критичком анализом је приказан допринос магнетометра у одређивању угла оријентације објекта, и допринос баро-висиномера у одређивању вертикалне компоненте брзине и висине у вертикалном каналу навигацијског система. Резултати остварени након анализа и симулације статистички су обрађени.

Експерименталне методе примењене су ради прикупљања података и верификације предложених решења вишесензорског интегрисаног навигацијског система.

Током развоја модела вишесензорске конфигурације занемарене су грешке које настају као последица конверзије података, конверзије координата из једног у други координантни систем и линеаризације појединих функција.

Случајни процеси су описани као Гаус-Марковљеви процеси првог реда и бели шум. Грешке услед квантизације, усредњавања, заокруживања измерених величина и претварања једног типа података у други тип података, су занемарене јер не утичу значајно на тачност одређивања навигационог решења. Тачност израчунавања навигационог решења базирана је на тачности ГПС пријемника. Утврђивање тачности у експерименту утврђено је помоћу контролних тачака одређених помоћу диференцијалног ГПС пријемника.

Експерименти ради прикупљања података и верификације предложеног решења изведени су на возилу. На основу прикупљених података у току експеримента и софтвера интегрисаног навигацијског система, реализованог у програмском пакету МАТЛАБ, извршено је испитивање предложених решења а затим и критичка анализа остварених резултата. Резултати истраживања приказани су табеларно, нумерички и графички.

3.3. Применљивост остварених резултата

Резултат истраживања приказан у овој дисертацији је модел вишесензорског интегрисаног навигацијског система који обезбеђује обједињену обраду резултата мерења прикупљених применом ИНС, ГПС, магнетометра и баро-висиномера. На основу развијеног модела омогућена је анализа резултата испитивања различитих метода компензације грешака и метода и алгоритама интеграције ИНС, ГПС, магнетометра и баро-висиномера. Предложена решења свакако су омогућила повећање тачности одређивања оријентације, брзине и позиције објекта у простору што је и потврђено на основу практичних испитивања. С обзиром да су приликом истраживања узети у обзир сви чиниоци реалног окружења створена је основа за даље усавршавање и развој стварног навигацијског система који ради у реалном времену.

3.4. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Приликом израде дисертације кандидат је показао систематичност у раду, способност за препознавање отворених питања у научној литератури, као и зрелост при анализи и решавању проблема. Неки од добијених резултата, остварених у току истраживања, представљају нова или унапређена решења за проблеме који већ постоје у литератури. Дисертација обухвата и анализу проблема, посебно у смислу реалних услова примене. Доприноси кандидата у овој области су оригинални, савремени и потврђују способност кандидата за самосталан научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

У дисертацији је приказана интеграција ИНС/ГПС и сензора ниже класе тачности, на основу одређеног алгорита интеграције и применом нових метода компензације грешака у вишесензорском интегрисаном навигацијском систему, при чему је остварено повећање тачности одређивања позиције, брзине и угла оријентације. Научни доприноси остварени у дисертацији су следећи:

- дефинисан је алгоритам интеграције ИНС, ГПС, магнетометра и баро-висиномера који и у одсуству ГПС информација, све до наредне аквизиције ГПС сигнала, врши одређивање позиције, брзине и оријентације објекта у простору;

- развијен је алгоритам интеграције инерцијалних сензора и магнетометра при чему је уз примену ПИ контролера извршено пригушење дрифта жироскопа а самим тим остварено повећање тачности одређивања угла оријентације објекта у простору;

- предложен је оригинални метод компензације грешака вертикалног канала на основу адаптације коефицијената за пригушење грешака;

- развијен је ММ алгоритам за сједињавање информација о позицији, одређеној помоћу интегрисаног навигацијског система и података из дигиталне карте, на основу којег је остварена додатна тачност одређивања позиције објекта;

- развијен је софтвер за анализу и испитивање предложених решења.

4.2. Верификација научних доприноса

У току истраживања у области теме докторске дисертације кандидат је објавио два рада у међународним часописима са SCI листе, при чему је кандидат првопотписани аутор и неколико радова у часописима од националног значаја. Поред тога, из области теме докторске дисертације кандидат је презентовао неколико радова на конференцијама од међународног и националног значаја.

Списак радова категорије М23

1. Vlada Sokolovic, Goran Dikić, Rade Stancic, „Integration of INS, GPS, Magnetometer and Barometer for Improving Accuracy Navigation of the Vehicle“, Defence Science Journal, Vol. 63, No. 5, 2013.
2. Vlada Sokolović, Goran Dikić, Goran Marković, Rade Stančić, Nebojša Lukić, „INS/GPS Navigation System Based on MEMS Technologies“, Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering, Vol. 61, No. 7-8, pp. 448-458, 2015.

Списак радова категорије М51

1. Vlada Sokolovic, Goran Dikić, Rade Stancic, „Adaptive Error Damping in Vertical Channel of INS/GPS/Baro-altimeter Integrated Navigation System“, Scientific Technical Review, Vol. 64, No. 2, pp. 14-20, September 2014.

Списак радова категорије М53

1. Влада Соколовић, Веселин Поповић, „Зона детекције радара под дејством активног ометања“, Војнотехнички гласник, број 3, стр.58-79, 2009.
2. Влада Соколовић, „Анализа аквизиције сигнала у софтверском ГПС пријемнику“, Војнотехнички гласник, број 1, стр. 81-95, 2011.
3. Влада Соколовић, Милан Окљобција, Горан Марковић, „Избор метода синхронизације сигнала у софтверском ГПС пријемнику“, Војнотехнички гласник, број 2, стр. 94-110, 2011.

Списак радова категорије М63

1. Влада Соколовић, Веселин Поповић, „Анализа обраде сигнала у софтверском ГПС пријемнику“, 3. Научно-стручни - скуп ОТЕХ 2009, Београд, 2009. године.
2. Влада Соколовић, Веселин Поповић, „Поређење метода синхронизације сигнала у софтверском ГПС пријемнику“, ТЕЛФОР 2009. 17. телекомуникациони форум, Београд, 2009 године.
3. Веселин Поповић, Влада Соколовић, „Поређење тестова хипотеза у процесу праћења радарских циљева“, ТЕЛФОР 2009. 17. телекомуникациони форум, Београд, 2009 године.

Рад категорије М72

Влада Соколовић, "Критичка анализа обраде сигнала у софтверском ГПС пријемнику",
Магистарски рад, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет, 15.09. 2009. године.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

На основу изнетог комисија закључује да је докторска дисертација под називом „Интеграција ГПС пријемника и сензора ниже класе тачности у циљу прецизније навигације објеката у простору“ мајора мр Владе Соколовића, дипл. инж. написана у складу са стандардима научноистраживачког рада, да су хипотезе потврђене, резултати остварени и циљеви достигнути у складу са проблемом и предметом истраживања.

Резултате проистекле из истраживања кандидат је објавио у два међународна часописа са SCI листе, у часописима од националног значаја и презентовао стручној јавности на конференцијама од међународног и националног значаја. На основу увида у докторску дисертацију и објављене радове кандидата, Комисија констатује да дисертација садржи оригиналне научне доприносе.

На основу претходног, Комисија закључује да је кандидат мајор мр Влада Соколовић, дипломирани инжењер електротехнике, испунио све услове предвиђене Законом о високом образовању и Статутом Војне академије Универзитета одбране у Београду и предлаже Наставно-научном већу Војне академије да усвоји овај извештај и омогући кандидату да приступи усменој одбрани рада.

У Београду, 24. јула 2015. године