

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата мр Звонка Радосављевића.

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета Универзитета у Београду (бр. одлуке 882/3 од 30.06.2015.године) именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Звонка Радосављевића, дипл.инж. под насловом:

"Придруживање података Сингеровим меморијским филтром за праћење покретних циљева у густом клатеру"

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

Кандидат је дана 09.12.2011. године пријавио тему за израду докторске дисертације под насловом „Придруживање података Сингеровим меморијским филтром за праћење покретних циљева у густом клатеру“ и за ментора предложио проф.др. Бранка Ковачевића.

Комисија за студије трећег степена разматрала је предлог теме за израду докторске дисертације дана 14.12.2011. године и предлог Комисије за оцену подобности теме и кандидата упутила Наставно-научном већу Универзитета у Београду Електротехничког факултета на усвајање.

Наставно-научно веће је дана 27.12.2011. године именовало Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације.

Наставно-научно веће је 06.03.2012. године усвојило Извештај Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације под насловом: „Придруживање података Сингеровим меморијским филтром за праћење покретних циљева у густом клатеру“ (број одлуке 06-17793/9 од 26.03.2012. године) и за ментора је одређен проф. др Бранко Ковачевић, редовни професор на Универзитету у Београду – Електротехнички факултет.

Кандидат је урађену дисертацију поднео на преглед и оцену дана 07.05.2015. године.

Комисија за студије трећег степена је дана 04.06.2015. године потврдила испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Универзитета у Београду - Електротехничког факултета за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације.

Наставно-научно веће Електротехничког факултета у Београду је именovalo Комисију за преглед и оцену докторске дисертације (број одлуке 882/3 од 30.06.2015. године) у саставу: др Бранко Ковачевић, редовни професор (Универзитет у Београду–Електротехнички факултет), др Миодраг Поповић, редовни професор (Универзитет у Београду –Електротехнички факултет), др Бојан Зрнић, редовни професор (Универзитет Одбране - Војна Академија Војске Србије), др Горан Дикић, ванредни професор (Универзитет Одбране - Војна Академија Војске Србије), др Стевица Граовац, ванредни професор (Универзитет у Београду – Електротехнички факултет).

1.2. Научна област дисертације

Дисертација кандидата Звонка Радосављевића припада научној области Техничке науке - Електротехника, ужа научна област Обрада сигнала и Системи. За ментора дисертације одређен је др Бранко Ковачевић, редовни професор на Универзитету у Београду - Електротехнички факултет, због истакнутих доприноса у области Обраде сигнала и Система аутоматског управљања.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Звонко Радосављевић је рођен 16. маја 1960.године у Београду. Основну школу "Милентије Поповић" и електротехничку школу "Никола Тесла" у Београду, завршио је као носилац Вукове дипломе. Године 1979. се уписао на Електротехнички факултет у Београду, на коме је дипломирао 1984. године, на Одсеку за Електронику, смер Телекомуникације. Тема дипломског рада је била 'Прорачун вероватноће грешке у системима преноса оптичким влакнима'.

Годину дана касније уписао је постдипломске студије (по старом програму) на смеру Телекомуникације које је завршио и магистрирао 2000. године, са просечном оценом 8.71 у току студија. Тема магистарског рада је била "Откривање и детекција покретних циљева у ваздуху применом термовизије" код ментора академика проф. др. Александра Маринчића, 30. децембра 2000. године. Овај магистарски рад урађен је у Војнотехничком Институту у Београду, у коме је кандидат запослен почев од 1988. године. У звање истраживач сарадник је изабран 2006. године.

Запослио се 1984. год. у "ЕИ Пупин", у одељењу развоја комутационих система. Од 1988. год. кандидат је запослен у Војнотехничком Институту у Београду. Радио је на пословима истраживања обраде термовизијске слике. Током рада на пројектима, развио

је низ алгоритама за статистичку анализу и сегментацију термовизијске слике у сврху откривања и праћења циљева. Резултати истраживања презентовани су и објављени су у више домаћих часописа од националног значаја као и на домаћим научним скуповима који се баве овом проблематиком.

У периоду од 2002. до 2004. године, Координациони Центар за Косово и Метохију (КЦ КиМ) Владе Републике Србије, изабрао га је у Радни тим за израду Главног Пројекта контроле и надзора Административне Линеје према КиМ-у у области Оптиелектронских система заштите. Од 2005. године, као руководиоца радног тима задатка националног значаја "Истраживање из система контроле ваздушног простора помоћу осматрачког радара", кандидат је публиковао више научних радова из области праћења покретних циљева.

Руководио је истраживачким задацима националног значаја везаним за осматрање и контролу ваздушног простора на прилазима Републици Србији. Један од најзначајнијих је истраживање под називом "Праћење и контрола суверенитета ваздушног простора изнад територије Републике Србије помоћу осматрачког радара" од 2006. до 2008. године. Поред тога, учествовао је у истраживачким пројектима Владе Републике Србије, везаним за технолошка решења обезбеђења државне границе.

Тема докторске дисертације настала је на основу функционалних и развојних задатака Војнотехничког института у Београду и истраживачких задатака из области обраде сигнала и фузије података са различитих сензора. Кандидат је запослен у Сектору за Електронске системе Војнотехничког Института у Београду и ради на проблемима естимације стања алгорита за праћења ваздушних циљева у оквиру текућих задатака Војске Србије. Објавио је 34 рада, од тога 27 радова у часописима и конференцијама и 4 рада интерног карактера и 3 техничка саопштења. У поменутих 27 радова се убрајају: магистарски рад, 5 радова у водећем часопису националног значаја, 6 радова у часопису националног значаја и 15 радова саопштених на скуповима националног и међународног значаја и штампаних у целини. Радови интерног карактера реализовани су у оквиру Научно-истраживачких задатака ВС.

У последњих пет година објавио је 18 радова а 2 рада, су објављивање у иностраним часописима са *SCI* листе.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Две предложене методологије праћења покретних циљева су предмет интензивног истраживања. Једна методологија је "сједињавање компонената трага" представљена алгоритмом *Integrated Track Splitting-ITS*, а друга методологија је "густина вероватноће хипотеза о трагу" представљена алгоритмом *Probability Hypothesis Density -PHD*.

ITS филтер рекурзивно рачуна вероватноћу постојања трага, која се користи за дискриминацију лажних трагова. Поменути алгоритам за сваки од потенцијалних трагова формира своје независно 'дрво' хипотеза о кретању циља, свака са својом релативном вероватноћом, при чему свака хипотеза (односно компонентга) садржи своју тврдњу о детекцији циља. Поред вероватноће догађаја, у алгоритму се често користи и функцију густине вероватноће догађаја (*probability density function - pdf*). 'Дрво' хипотеза индивидуалних потенцијалних циљева се даље грана и свака нова хипотеза се третира одвојено.

PHD филтер не пружа ту могућност, већ се дискриминација лажних трагова врши посредним путем. Недостатак теоријског и практичног поређења између те две методе један је од узрока проблема који се јављају у практичним применама праћења покретних циљева.

Други узрок проблема реализације *ITS* филтра јесте хеуристичка методологија одређивања параметара филтера. Један од најважнијих процедура примене *ITS* алгоритама јесте контрола алгоритама и нумеричке комплексности. Оптимална имплементација *ITS* алгоритама има комплексност која расте експоненцијално са временом, тако да је избор под-оптималне имплементације *ITS* нужно зло. Поред тога, пробабилистичка анализа историје настанка компоненте трага, т.ј. допринос појединих опсервација из претходних скенова са становишта вероватноће егзистенције трага нису довољно истражени у отвореној литератури. Систематска теоријска обрада и практична упутства примене *ITS* филтера у окружењу густог клатера нису до сада објављени.

Дисертација на српском језику има 112 страна и укључује 26 слика, и 5 табела.

Дисертација је подељена на 8 поглавља (1. Увод; 2. Алгоритми за праћење једног циља; 3. Алгоритам сједињавања честица; 4. Алгоритам сједињавања компонената трага; 5. Сједињавање компонената Сингеровим меморијским филтром; 6. Алгоритми за праћење више циљева, 7. Резултати симулација и 8. Закључак и даља истраживања), Литература и два Прилога. Листа референци има 45 наслова на које се делом ослања предложени физикални и теоретски модел док друге садрже друга решења и реализацију пробчема приказујући стање у области и могуће правце развоја нових техника система за праћење покретних циљева.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Прво поглавље представља увод у дисертацију. У овом поглављу је најпре објашњена мотивација и потреба за израду ове докторске дисертације. Такође су дата објашњена основних појмова у области теорије естимације и праћења покретних циљева.

У другом поглављу су дате дате физикалне и теоретске основне алгоритама за праћење покретних циљева. На самом почетку, укратко су описани модели познатих коришћених координатних система неопходних за разумевање динамике кретања циља. Затим хронолошки, дати су филтри естиматори стања, односно алгоритми за праћење једног циља (*STT – Single Target Tracking*).

Треће поглавље је посвећено основама познатог алгоритма сједињавања честица за праћење покретних циљева помоћу осматрачких радара, у коме је асоцијације података остварена преко групе вероватноће постојања трага, добијене сабирањем појединачних вероватноћа честица садржаних у трагу. После уводних разматрања, дате су теоријске основе модела циља, клатера и опсервација које се користе у дисертацији. Затим следе кораци алгоритама намењени лакшем разумевању теоријских принципа на коме се заснива алгоритам. На крају поглавља, дате су 'акционе' формуле алгоритама намењени корисницима приликом практичне имплементације алгоритама.

У четвртном поглављу дат је математички модел познатог алгоритма сједињавања компонената трага *ITS (Integrated Track Splitting)* као итеративног алгоритма, у основи намењеног праћењу једног покретног циља. Побољшање ефикасности и практичне применљивости познатог алгоритма, коришћењем Сингеровог модела сједињавања компонената трага, основа је саме дисертације.

Пето поглавље садржи опис предложене методе. Алгоритам *ITS* је скуп компоненти, које се карактеришу вероватноћом, средњом вредношћу и коваријансом. Сваки корак рекурзије алгоритма позива и обрађује сваку компоненту посебно. Алгоритам *ITS* онда за сваки траг прави скуп селектованих мерења као унију скупова селектованих мерења од компоненти тог трага. Применом Сингеровог меморијског филтра, на крају сваке рекурзије, алгоритам *ITS* прави нове компоненте које се користе за естимацију сваког трага а уједно представљају улаз у следећу рекурзију. На тај начин сваки траг се карактерише својом функцијом густине вероватноће *pdf*.

Шесто поглавља разматра проблем праћења више циљева. Ова проблематика поседује још једну комплексност која је заснована на претпоставкама о бесконачној резолуцији сензора, и са више од једног мерења по циљу у сваком скену. У овим применама, број могућих глобалних придруживања пристиглих мерења постојећим траговима расте са бројем мерења и опсервираних трагова. Оптимални приступ праћењу више циљева, који се у литератури назива "сједињено праћење више циљева" (*Joint Multitarget Tracking*) подразумева, обрађује и процењује све могуће глобалне 'мерење-траг' придруживање.

У седмом поглављу дисертације, дати су резултати интензивних експеримената. Због обимности и великог броја тестираних сценарија кретања циља у окружењу клатера и белог Гаусовог шума, у дисертацији су приказани само одабрани експерименти који илустративно и резултатски показују ефикасност и оправданост примене предложене методологије. Експерименти са праћењем једног циља се односе на циљ који се креће праволинијски без убрзања у окружењу неуниформног клатера у два региона: регион слабог клатера густине $2 \cdot 10^{-5} [1/m^2]$ и регион јаког клатера густине $2 \cdot 10^{-4} [1/m^2]$. Експерименти са праћењем више циљева састоје се од пет, петнаест и педесет циљева који се крећу почев од обода круга ка центру, а случајни шум се додаје на вектор брзине пре првог скена.

У осмом поглављу је дат сумарни преглед доприноса докторске дисертације као и шредлози за даља истраживања.

Прилог 1. садржи опис критеријума за одабир теоретске оптималне дубине Сингерововог меморијског филтра која је предмет ове дисертације.

У Прилогу 2. су дати елементи најважнијих теорема и дефиниција статистичке теорије вероватноће и условне вероватноће са потребним претпоставкама и доказима.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Предмет дисертације је веома значајан и актуелан са широким дијапазоном војних и цивилних примена. Бројни изазови војних система, почев од радарско-осматрачког праћења покретних циљева као што су нисколетећи пројектили, борбени авиони, тенкови и борбена возила, итд. на копну и мору, преко система за управљање и вођење крстарећих ракета, аутопилота у беспилотним летелицама само су неки од познатих војних примена алгоритма предложеног у дисертацији.

Поред тога, потреба за ефикасним цивилним системима контроле приступа ваздухоплова аеродрому и аутопилотима беспилотних летелица за контролу саобраћаја дају савременост и оригиналност методологије предложене у дисертацији.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Током израде дисертације кандидат је истражио постојећу литературу из предметне области и навео 45 референци које су од значаја за тему дисертације.

Литература обухвата широк опсег доступних публикација, сложених по редоследу позивања у тексту дисертације. Може се сматрати да је наведена литература била добра основа за рад на одабраној теми дисертације.

Посебну пажњу током избора литературе кандидат је посветио избору значајних радова објављених из предметне асоцијације података, са критичким освртом на исте.

Референтна литература је систематски и хронолошки обрађена, што омогућава читаоцу лакше разумевање тематике. На самом почетку дати су оптимални филтри естиматори стања, засновани на прорачуну вероватноће хипотеза [1,2,3].

Нови приступ естимацији трага, дат методологијом асоцијације података заснованој на одбацивању лажних трагова путем израчунавања вероватноће егзистенције трага описан у литератури [4], намењен је праћењу једног циља.

У наставку следе алгоритми истог типа асоцијације података намењених праћењу више циљева, датих у [5].

Честични филтар као естиматор стања дат је као пример непотпуне асоцијације података [6], јер показује лоше особине у ситуацијама где се појављује густи клатер. Пример коришћења предложене методе у поређењу са поменути техникама асоцијације података, дат је у литератури [7,8,9].

У процесу истраживања и осврта на доступну литературу, нису изостављене значајне књиге посвећене базним техникама праћења покретних циљева у окружењу клатера [10,11].

Литература укључује и 3 публикације на којима је кандидат аутор/коаутор, од којих су 2 рада у часописима са *SCI* листе. Поменути радови су директно проистекли из рада на дисертацији.

-
- [1] Singer R.: Estimate Optimal Tracking Filter Performance for Manned Maneuvering Targets, IEEE Trans. Aerospace and Electronic Systems, Vol. 6, No.4, 1970, July, 473-483.
 - [2] S. Blackman, Multiple-target tracking with radar applications, Artech House, 1986.
 - [3] D. B. Reid, An Algorithm for Tracking Multiple Targets', IEEE Transactions on Automatic Control, Vol AC-24, pp. 843-854, December 1979.
 - [4] D. Musicki, R. Evans and S. Stankovic, Integrated probabilistic data association, IEEE Transactions on Automatic Control Systems, Vol 37, No. 3, pp.1237--1241, June 1994.
 - [5] Mušicki, D., La Scala, B., and Evans, R., The integrated track splitting filter—Efficient multi-scan single target tracking in clutter., IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 43, 4 (Oct. 2007), 1409—1425.
 - [6] B. Ristic, S. Arulampalam, N.J. Gordon, beyond the Kalman Filter: Particle Filters for Tracking Applications, Artech House, 2004.
 - [7] Z. Radosavljević, D. Mušicki, Limits of target tracking in heavy clutter, ASIA-Pacific International Conference of Synthetic Aperture Radar APSAR 2011, Seoul, Republic of Korea., 2011.
 - [8] Taek Lyul Song, Darko Mušicki, Da Sol Kim and Zvonko Radosavljević, Gaussian mixtures in multi-target tracking: a look at Gaussian mixture probability hypothesis density and integrated track splitting, IET proceedings on Radar Sonar and Navigation, Vol 6, no 5, pp. 359-364, June 2012.
 - [9] Salmond, D. J. *Mixture reduction algorithms for target tracking in clutter*. In SPIE: Signal and Data Processing of Small Targets, vol. 1305, Orlando, FL, Apr. 1990, 434—445.
 - [10] Kurien, T., Multitarget Multisensor Tracking, vol. 1. Boston: Artech House, 1990, 43—83.
 - [11] Blackman, S., and Popoli, R. Design and Analysis of Modern Tracking Systems. Boston: Artech House, 1999.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Методологија примењених истраживања у оквиру докторске дисертације може се сумирати кроз неколико активности. Примењивост тезе може се сагледати кроз теоријски и практични аспект, на следећи начин:

- у теоријском смислу, налажење математичких основа везе познатих *ITS* – као естиматора стања и познатог Сингеровог '*N-scan-memory*' филтра примењеног у домену асоцијације података, допринео је проширењу теоријских могућности у системима за праћење покретних циљева, кроз спрегу два ефикасна модела.
- у практичном делу тезе, упоређена је разлика дијаграма 'одбацивања лажних трагова' (*False Track Discrimination-FTD*) узимањем различите дубине историје мерења за компоненте трага, на принципу '*N-scan-memory*' филтра.

Током тестирања перформанси предложеног алгоритма за праћење, коришћене су интензивне Монте-Карло симулације, добијене уз помоћ случајног Поасоновог (*Poisson*) генератора са 250 пролаза. Намењен је генерисању симулационог сценарија праволинијског кретања циља у 40 скенова. Симулације су показале оправданост познавања и примене веће дубине историје трага у циљу подизања нивоа стварних потврђених трагова. Такође, експериментално је одређена довољна дубина историје мерења од којих потиче компонента трага, при којој долази до засићења *FTD* дијаграма.

Горе наведене чињенице показују да примењена методологија у потпуности одговара светским стандардима научно-истраживачког рада. Наведени поступци су у сагласности са постављеним циљевима дисертације.

3.4. Примењивост остварених резултата

Примењивост научних резултата, остварених у дисертацији је веома значајна. Могу се примењивати у свим системима за аутоматско праћење покретних циљева и то у два основна сегмента: војном и цивилном.

У војном сегменту, то су алгоритми за праћење покретних циљева у ваздуху. Углавном су развијани за потребе осматрачког радара (*Track While Scan - TWS*) као сензора.

У односу на начин скенирања, осматрачки радар се деле на радаре са покретном платформом и радаре са електронским скенирањем. Развијени алгоритми у дисертацији су применљиви у обе поменуте групе раара

Познати *TWS* радарски систем за праћење је специјалан случај такозваног (*Multiple Target Tracking- MTT*) система [9,10], у коме се подаци са пријемне антене примају у тачно дефинисаним временским интервалима.

У две претходне деценије, дошло је до експанзије пасивних сензора (телевизијске и термовизијске камера), па се остварени резултати могу применити и у сврху осматрања овом врстом пасивних сензора. У цивилном сегменту, у практичним применама, често се користи као сензор телевизијска камера (видео надзор, друмски саобраћај, ауто индустрија, итд.). Поред тога, чест се користи термовизијска камера или ултразвучна камера (војна индустрија, медицина, метеорологија, итд.).

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат мр Звонко Радосављевић је током процеса истраживања испољио висок ниво оригиналности и истрајности, како у поступку разумевања физикалне природе проблема тако и у каснијем формирању теоријског и математичког модела предложеног алгоритма. Комплексни и дуготрајни експерименти који су имали за циљ потврду оправданости примене предложене методологије, показали су зрелост кандидата да овлада новим захтевима и у будућности настави да се бави научним радом .

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Остварени научни доприноси ове дисертације, могу се систематски приказати на следећи начин:

1. Прегледом и анализом доступне литературе извршена је систематизација до сада постигнутих резултата у области асоцијацији података. На тај начин, ближе је дефинисан проблем који треба решити. Установљено је да актуелне методе асоцијације података немају адекватну методологију одбацивања лажних трагова, што доводи до слабих резултата у праћењу циљева у окружењу густог клатера.
2. Предложен је по први пут нов теоретски модел естиматора стања за праћење који се састоји од стандардног *ITS* алгоритма проширен Сингеровим меморијским филтром у домену дубине асоцијације података односно историје компонената трага.
3. На основу познатог теоретског модела, развијено је практично и ефикасно софтверско решење (у програмском пакету *MATLAB*), засновано на модулима појединачних функција, у складу са итеративним помоћу којих су спроведени интензивни експерименти праћења једног и више циљева у окружењу густог клатера.
4. Добијени резултати симулација, исказани кроз дијаграм стварних потврђених трагова, дијаграм средње квадратне грешке позиције и табела задржавања трага су показали пораст нивоа стварних потврђених трагова, са повећањем дубине Сингеровог меморијског филтра.
5. Експериментално је добијена одговарајућа дубина (N_{max}) меморије филтра, после које долази до засићења нивоа потврђености трага, за одговарајућу дату вероватноћу детекције циља. Другим речима, дијаграм стварних потврђених трагова улази у засићење, а добијена вредност дубине меморије даје упутства кориснику за практичну примену *ITS* алгоритма. На тај начин, потврђена је оправданост примене Сингеровог меморијског филтра.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

У поређењу са постојећим методама за асоцијацију података, предложена метода доприноси проширењу досадашњих научних сазнања, кроз квантитативно нов приступ одбацивања лажних трагова, применом Сингеровог меморијског филтра. Поред теоретског модела, докторска дисертација даје ефикасна практична упутства корисницима алгоритма за праћење, у погледу димензионисања и одређивања величине Сингеровог меморијског филтра.

Поред тога, унапређење научних сазнања у односу на досадашње резултате постигнуте у овој области у свету је остварено путем дефинисања релевантних параметара који омогућавају ефикасан процес естимације трагова познатим *ITS* алгоритмом.

Међутим, у теза нису дефинисане минималне вероватноће детекције циља у којима метода показује задовољавајуће резултате. Поред тога, није третирана горња граница густине клатера, после које није могуће са потребном вероватноћом пратити циљ. Ове теме могу бити предмет будућих истраживања, с обзиром да су интересантне и недедовољно заступљене у отвореној литератури.

4.3. Верификација научних доприноса

Током дугогодишњег научно-истраживачког рада, кандидат је публикувао укупно 34 рада на домаћим и страним конференцијама, у часописима националног значаја и међународним часописима са *SCI* листе и других техничких публикација.

У ужој области којој је посвећена дисертација, кандидат Звонко Радосављевић је објавио следеће радове:

Категорија M23:

- [12] **Z. Radosavljević**, D. Mušicki, B. Kovačcević, W. C. Kim, and T. L. Song, Integrated particle filter for target tracking, IET proceedings on Radar Sonar and Navigation, (**IF₂₀₁₅-1.03**, DOI: 10.1049/iet-rsn.2014.0341 , Print ISSN 1751-8784, Online ISSN 1751-8792 Available online: 13 May 2015), online link: <http://ietdl.org/t/DYm6Zb>.
- [13] T. L. Song, D. Mušicki, D. S. Kim and **Z. Radosavljević**, Gaussian mixtures in multi-target tracking: a look at Gaussian mixture probability hypothesis density and integrated track splitting, IET proceedings on Radar Sonar and Navigation, Vol 6, no 5, pp. 359-364, June 2012. (**IF₂₀₁₃-1.028**, DOI: 10.1049/iet-rsn.2011.0263, Print ISSN: 1751-8784)

Категорија M33:

- [14] **Z. Radosavljević**, D. Mušicki, B. Kovačcević, W. C. Kim, and T. L. Song, Integrated particle filter for target tracking, *Proc. in 13th International Conference on Electronics, Information and Communication, ICEIC 2014*, Kota Kinabalu, Malaysia, January 15-18 2014.(DOI:10.1109/ELINFOCOM.2014.6914426, INSPEC Accession Number: 14648981).
- [15] **Z. Radosavljević**, D.Mušicki, Limits of target tracking in heavy clutter, *ASIA-Pacific International Conference of Synthetic Aperture Radar APSAR 2011*, Seoul, Republic of Korea., 2011. (INSPEC Accession Number: 12390547, Print ISBN: 978-1-4577-1351-4).
- [16] Nikolic. M, **Radosavljevic Z**, Obradovic Lj., Novkovic M. An example of the algorithm for initialization, maintenance and deleting tracks, *Proceedings of 3.International Conferences OTEH 2009*. Belgrade 2009.
- [17] **Z.Radosavljevic**, S. Stankovic, A sequential method for the aircraft maneuver detection, *Proceedings of the XVI Telecommunication Forum TELFOR*, Belgrade, 2008.
- [18] G.Dikic, **Z.Radosavljevic**, The improved range estimation based on comparative analyse of referent source ir radiation and target title, *Proceedings of X Telecommunications Forum, Belgrade, Yugoslavia, 2002.god*
- [19] **Z. Radosavljevic**, Z. Djurovic, B. Kovacevic. an approach to the thermo vision image preprocessing, *Proceedings of XI Telecommunications Forum, Belgrade, Yugoslavia, November 2003.god*.
- [20] **Z.Radosavljevic**, An example of convergence testing for the target tracking linear hybrid system, *Proceedings of XV Telecom. Forum TELFOR, Belgrade, 2007. god*

Категорија M51

- [21] **Z. Radosavljević**, Gradient based Model Probability Interacting Multiple Model Algorithm, *Scientific-Technical Review, Vol. LVIII, N°3-4, 2008.*, p. 26-31 (UDK: 681.5.017:623.746.3 COSATI: 17-11)
- [22] **Z. Radosavljevic**, Determination of the transition probabilities for the interacting multiple model probabilistic data association estimator, *Scientific technical review, Vol. LVIII, Belgrade, Mart 2007.*
- [23] **Z. Radosavljevic**, Z. Djurovic, B. Kovacevic, An Approach to the Thermo Vision Image Preprocessing, *Scientific-Technical Review, Vol. LIV, No. 2, 2004.* Belgrade.
- [24] G. Dikic, B. Kovacevic, **Z. Radosavljevic**, The improvement of single baseline passive ranging systems using target ir intensity, *Scientific technical review Vol. 5-6, November 2003, Belgrade.*

Категорија M53

- [25] **Z. Radosavljevic**, Analysis of IMM algorithm for manoeuvring target tracking, *Vojnotehnicki Glasnik, No. 4-5, Jul-Oktobar 2003, Beograd.*
- [26] **Z. Radosavljević**, Analysis of imm algorithm for manoeuvring target tracking, *Vojnotehnički Glasnik, 2006, vol. 3-4, maj-avgust 2005. iss. 2, pp. 280-286.* Beograd, 2005. (ISSN: 0042-8469 , UDC: 621.396.969.3 : 004.421.6)
- [27] **Z. Radosavljevic**, A study of a target tracking method using global nearest neighbor algorithm, *Vojnotehnički Glasnik, 2006, vol. 54, iss. 2, pp. 160-167.* Beograd, 2006. (ISSN: 0042-8469, UDC: 621.396.969.3 : 004.421)

Категорија M63

- [28] **Z. Radosavljevic**, Aircraft maneuver detection by the sequential sample time series autocorrelation function, *Proc.- 53.th Conference ETRAN, Vrnjacka Banja, Vol.1 pp. 201-204.* June 6-8, 2009.
- [29] **Z. Radosavljevic**, Maneuver onset detection using sequential autocorrelation time series function, *Proc. Of 52. Conference ETRAN, Palic, Subotica, Vol.1 June 13-15, 2008.*
- [30] G. Dikic, B. Kovacevic, **Z. Radosavljevic**, The analysis of target range estimation method based on the intensity of its infrared radiation, *First Symposium for Explosive Materials, Weapons and Military Technology, Proceedings, September 25-28, 2002, Ohrid, Republic of Macedonia.*

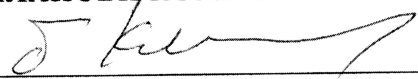
5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

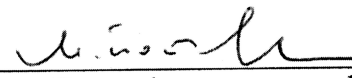
На основу изложених чињеница, Комисија сматра да поднета дисертација испуњава све законске, формалне и суштинске услове, као и све критеријуме који се уобичајено примењују приликом вредновања докторске дисертације. Узимајући у обзир све наведене научне доприносе, предложену методологију давања практичних упутстава корисницима ITS алгоритма, показану зрелост кандидата и његову способност за самосталан и тимски научно-истраживачки рад, Комисија сматра да докторска дисертација кандидата мр Звонка Радосављевића садржи оригиналне научне доприносе, који имају практичну примењивост у системима са естимацију стања и праћење покретних циљева.

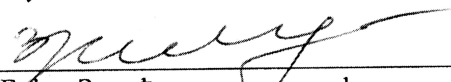
Стога, Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под називом "Придруживање података Сингеровим меморијским филтром за праћење покретних циљева у густом клатеру" кандидата мр Звонка Радосављевића, прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

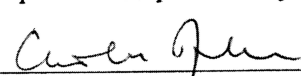
У Београду,
24.11.2015.год.

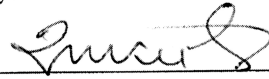
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ


др Бранко Коачевић редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички
факултет


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


др Бојан Зрнић, редовни професор
Универзитет одбране – Војна Академија ВС


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


др Горан Дикић, ванредни професор
Универзитет одбране – Војна Академија ВС