

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидаткиње Маје Росић, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета бр. 5040/14-1 од 10.03.2020. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидаткиње Маје Росић, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **„Пасивни модел позиционирања у бежичним сензорским мрежама заснован на адаптивним хибридном хеуристичким алгоритмима“**.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Маја Росић је рођена 09.06.1990. године у Београду. Основну школу и „Трећу београдску гимназију“, природно-математички смер, завршила је са одличним успехом. Основне академске студије на Електротехничком факултету у Београду уписала је 2009. године. Дипломирала је на одсеку за Телекомуникације и информационе технологије, смер Радио комуникације 2013. године, са просечном оценом 8.31. Дипломски рад на тему „Принципи кооперативног позиционирања у радио системима“ одбранила је са оценом 10. Ментор дипломског рада била је др Мирјана Симић-Пејовић, ванредни професор. Мастер академске студије уписала је 2013. године на Електротехничком факултету, модул Системско инжењерство и радио комуникације, а завршила 2014. године са просечном оценом 9.80. Мастер рад одбранила је са оценом 10 на тему „Одређивање локације предајника применом оптимизационих метода“. Ментор мастер рада била је др Мирјана Симић-Пејовић, ванредни професор.

Докторске академске студије на Електротехничком факултету у Београду, модул Телекомуникације, уписала је 2014 године, где је положила све испите са просечном оценом 10. Област истраживања током студија обухватала је позиционирање у бежичним сензорским мрежама, лоцирање применом пасивних радарских система, хеуристичке, еволуционе, оптимизационе и естимационе методе.

Добила је награду за најбољег младог истраживача на међународној научној конференцији IsETRAN 2016 у организацији друштва ЕТРАН, а под покровитељством Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије и уз подршку међународног

удружења IEEE, за рад на тему „*Optimal source localization problem based on TOA measurements*“.

Маја Росић је запослена као асистент на Машинском факултету у Београду од октобра 2015. године на Катедри за ваздухопловство, при модулу Машинство и информационе технологије. Од избора у звање асистента на Машинском факултету, ангажована је на извођењу рачунских и лабораторијских вежби на Основним и Мастер студијама из предмета Инжењерске комуникације, Основе рачунарске технике, Основи рачунарских система, Пројектовање база података, Алгоритми и структуре података, Методи оптимизације и Статистичка обрада података у машинству.

Маја Росић је аутор рада објављеног у научном часопису међународног значаја са SCI листе категорије M22. Аутор је и два рада објављена у часописима од националног значаја, као и шест радова на конференцијама од међународног значаја.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Маја Росић је докторске студије на Електротехничком факултету уписала школске 2014/2015. године на модулу Телекомуникације. Током докторских студија положила је све наставним планом и програмом предвиђене испите и испунила све обавезе и то:

Р. Бр.	Назив испита	Оцена	ЕСПБ
1	Одабрана поглавља из енергетске електронике	10	9
2	Моделовање хетероструктурних микроелектронских направа	10	9
3	Енергетски ефикасне телекомуникационе мреже	10	9
4	Увод у научни рад	10	6
5	Савремене технике контроле грешака у телекомуникацијама	10	9
6	Функционална анализа и примене	10	9
7	Специјалне функције	10	9
8	Когнитивне радио мреже	10	9
9	Моделовање саобраћаја у M2M комуникационим системима	10	9
10	Случајни процеси у телекомуникацијама	10	9
Назив обавезе			
1	Научно стручни рад		3
2	Студијски истраживачки рад I		15
3	Студијски истраживачки рад II		15

Списак публикација кандидаткиње Маје Росић, у складу са нормативима Министарства просвете и науке Србије, наведен је у даљем тексту:

Радови у међународним часописима - M22:

M22.1 Maja Rosić, Mirjana Simić, Predrag Pejović, “*Passive target localization problem based on improved hybrid adaptive differential evolution and Nelder-Mead algorithm,*” Journal of Sensors, 2020. (DOI: 10.1155/2020/3482463, IF₂₀₁₈=2.024)

Рад објављен у врхунском часопису националног значаја - M51:

- M51.1 Maja Rosić, Mirjana Simić, Predrag Pejović, Milan Bjelica, "*Optimal Source Localization Problem Based on TOA Measurements*," Serbian Journal of Electrical Engineering, Vol. 14, No. 1, February 2017, pp. 161-176.

Рад објављен у истакнутом националном часопису - M52:

- M52.1 Maja Rosić, Mirjana Simić, Predrag Pejović, Milan Bjelica, "*Hybrid Genetic Optimization Method for Accurate Target Localization*," Scientific Technical Review, Vol. 68, No. 3, 2018, pp. 50-55.

Радови на међународним скуповима – M33

- M33.1 Maja Rosić, Mirjana Simić, Predrag Pejović, "*Hybrid Genetic Optimization Method for Accurate Target Localization*," 8th International Scientific Conference on Defensive Technologies, OTEH 2018, Belgrade, October 2018, pp. 367 - 372.
- M33.2 Maja Rosić, Mirjana Simić, Predrag Pejović, "*Hybrid genetic optimization algorithm for target localization using TDOA measurements*," 4th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, IcETRAN 2017, Kladovo, June 2017.
- M33.3 Maja Rosić, Mirjana Simić, Petar Lukić, "*TDOA approach for target localization based on improved genetic algorithm*," IEEE 24th Telecommunications Forum (TELFOR), Belgrade, 2016, pp. 1-4.
- M33.4 Maja Rosić, Mirjana Simić, Predrag Pejović, "*Performance Evaluation of Nonlinear Optimization Methods for TOA Localization Techniques*," 7th International Scientific Conference on Defensive Technologies, OTEH 2016, Belgrade, October 2016, pp. 466-471.
- M33.5 Maja Rosić, Mirjana Simić, Predrag Pejović, Milan Bjelica, "*Optimal source localization problem based on TOA measurements*," 3rd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering, IcETRAN 2016, Zlatibor, June 2016.
- M33.6 Maja B. Rosić, Mirjana I. Simić, Predrag V. Pejović, "*Optimal source localization in a real radio channel*," IEEE 23rd Telecommunications Forum Telfor (TELFOR), pp. 212-215, Nov. 2015.

Дана 03.06.2020. године на Електротехничком факултету у Београду кандидаткиња Маја Росић имала је јавни усмени испит о подобности теме пред четворочланом комисијом у саставу:

1. др Александар Нешковић, редовни професор, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет,
2. др Горан Лазовић, ванредни професор, Универзитет у Београду - Машински факултет,
3. др Предраг Пејовић, редовни професор, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет,
4. др Милан Бјелица, редовни професор, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет.

Комисија је закључила да кандидаткиња испуњава све услове за рад на предложеној теми докторске дисертације и оценила испит оценом **задовољила**.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу претходног приказа резултата досадашњег рада кандидаткиње Маје Росић а узимајући у обзир све претходно наведене чињенице, Комисија је стекла увид у способности и научно-истраживачки рад кандидаткиње те констатује да је иста:

- Положила све испите и извршила све обавезе предвиђене наставним планом и програмом и тиме остварила 120 ЕСПБ бодова,
- Јавно одбранила тему докторске дисертације 03.06.2020. године пред четворочланом комисијом формираном од стране Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду,
- Публиковала више радова у научним часописима и научним скуповима из области којој припада предложена тема докторске дисертације чиме је показала квалификације за научни рад и афинитет према теми докторске дисертације.

Стога је став Комисије да кандидаткиња Маја Росић задовољава све услове за рад на предложеној теми.

2. Предмет и циљ истраживања

Током претходних година развијен је изузетно велики број метода и технологија лоцирања у бежичним системима, које су значајно утицале на имплементацију низа сервиса у научне и комерцијалне сврхе. Полазећи од веома строгих захтева у погледу перформанси лоцирања, оптимизациони и естимациони алгоритми, као и технологије лоцирања су стали изазов за истраживаче о чему сведочи изузетно велики број објављених научно-стручних радова у релевантним часописима. Методе лоцирања су широко заступљене од: војних, цивилних, инжењерских и биомедицинских апликација, до потреба обичних корисника [1, 2].

Позиционирање објеката засновано на примени сателитске инфраструктуре, као што је GPS (*Global Positioning System*), једна је од најзаступљенијих техника за одређивање непознате позиције неког објекта. Ову технику карактерише изузетна тачност позиционирања непознате локације објекта у отвореним просторима (*outdoor* окружењима). Међутим, позиционирање објеката значајно је ограничено у окружењима као што су затворени простори (*indoor* окружења), урбане средине, средине испод површине воде и слично, услед изразито ниског нивоа сигнала са сателита [3]. У складу с тим, у окружењима у којима GPS систем није доступан, посебно је актуелна имплементација пасивних модела лоцирања ради одређивања непознате локације објекта [4, 5].

Циљ истраживања у оквиру ове докторске дисертације биће поставка пасивног модела лоцирања заснованог на мерењу времена пропагације сигнала (*TOA - Time of Arrival*) или временске разлике пропагације сигнала (*TDOA - Time Difference of Arrival*), у условима директне оптичке видљивости (*LOS - Line Of Sight*) [6, 7]. У општем случају, при пропагацији, сигнал је изложен различитим ефектима и сметњама, што знатно отежава одређивање тачне локације објекта. При томе, полази се од претпоставке да је присутан Гаусов шум, који представља адитивну величину у односу на измерени сигнал у посматраном радио каналу. Први корак у истраживању биће формирање естимационог модела применом пробабилистичких поступака, за постављени модел лоцирања, ради процене непознате локације објекта. Полазна хипотеза биће да је формирана функција циља, заснована на естимационој методи максималне веродостојности (*ML - Maximum Likelihood*), нелинеарна и неконвексна, односно мултимодална.

У доступној литератури, најчешће заступљене методе за решавање проблема лоцирања су метода тежинских најмањих квадрата (*WLS - Weighted Least Squares*) и метода тежинских најмањих квадрата са ограничењима (*CWLS - Constrained Weighted Least Squares*), које се заснивају на апроксимативном решавању линеаризацијом постављеног проблема. Такође,

заступљена је и метода семидефинитног програмирања (SDP - *Semidefinite Programming*), која се заснива на трансформацији нелинеарног и неконвексног оптимизационог проблема у конвексни проблем. У условима присуства високог шума у радио каналу тачност WLS, CWLS и SDP метода значајно опада. С друге стране, конвенционалне оптимизационе методе захтевају почетну апроксимацију тачке ради глобалне конвергенције алгоритма, тако да нису погодне за решавање постављеног неконвексног оптимизационог проблема [8]. Према томе, како би се оствариле боље перформансе у погледу тачности лоцирања, за решавање мултимодалних оптимизационих проблема, као најпогодније показале су се хеуристичке оптимизационе методе, као и њихове модификације [9, 10].

Ради остваривања веће тачности лоцирања, један од основних циљева ове докторске дисертације биће модификација и примена хеуристичких алгоритама оптимизације. Према томе, у дисертацији биће детаљно разматрани хеуристички алгоритми инспирисани биолошким системима као што су: оптимизација ројевима честица (PSO - *Particle Swarm Optimization*), алгоритам свитаца (FA - *Firefly Algorithm*), еволутивни алгоритам и то диференцијалне еволуције (DE - *Differential Evolution*), као и детерминистички Нелдер-Мид (NM - *Nelder-Mead*) алгоритам. Наведени алгоритми имају одређене предности и недостатке у процесу изналажења глобалног оптималног решења. Зато ће један од даљих праваца у истраживању обухватити модификацију хеуристичких алгоритама и то: кроз адаптивно подешавање параметара ради контроле процеса оптимизације, развој нових оператора мутације, као и међусобну хибридизацију ових алгоритама. На овај начин, модификацијом и хибридизацијом оптимизационих алгоритама биће успостављена равнотежа између фаза глобалне и локалне претраге, чиме ће бити отклоњен један од основних недостатака разматраних хеуристичких алгоритама.

Ради поређења варијанси разматраних оптимизационих алгоритама, у оквиру ове дисертације биће изведена Крамер-Раова граница (CRB - *Cramér-Rao bound*), односно најмања варијанса за постављени пасивни модел лоцирања [11]. Анализа перформанси предложених алгоритма биће извршена кроз нумеричке симулације у програмском окружењу MATLAB, за различите нивое шума у посматраном радио каналу [12]. Такође, у дисертацији биће приказани и нумерички резултати који се односе на осетљивост пасивног модела лоцирања, с обзиром на промену топологије бежичне сензорске мреже, као и промену улазних параметара. У складу са напред изложеним, у оквиру ове докторске дисертације биће детаљно разматрана прецизност, комплексност и време извршавања развијених алгоритама, као и њихова верификација применом непараметарских статистичких тестова и то: Вилкоксоновог теста ранга и Фридмановог теста.

Очекује се да резултати добијени у оквиру израде докторске дисертације могу наћи примену у војним и цивилним апликацијама, у области радарског лоцирања, с обзиром на тачност и брзину конвергенције модификованих оптимизационих алгоритама при естимацији непознате локације објекта. Дакле, висока тачност одређивања непознате позиције објекта, као и једноставност имплементације су главни критеријуми за одабир алгоритама који су предмет истраживања.

Релевантни радови из области истраживања:

- [1] Reza Zekavat and R Michael Buehrer. *Handbook of position location: Theory, practice and advances*, volume 27. John Wiley & Sons, 2011.
- [2] Simone Frattasi and Francescantonio Della Rosa. *Mobile positioning and tracking: from conventional to cooperative techniques*. John Wiley & Sons, 2017.
- [3] Tashnim JS Chowdhury, Colin Elkin, Vijay Devabhaktuni, Danda B Rawat, and Jared Oluoch. Advances on localization techniques for wireless sensor networks: A survey. *Computer Networks*, 110:284–305, 2016.
- [4] Jürgen Sachs. *Handbook of Ultra-Wideband Short-Range Sensing: Theory, Sensors, Applications*. John Wiley & Sons, 2013.

- [5] Hugh D Griffiths and Christopher J Baker. *An introduction to passive radar*. Artech House, 2017.
- [6] Batu K Chalise, Yimin D Zhang, Moeness G Amin, and Braham Himed. Target localization in a multi-static passive radar system through convex optimization. *Signal Processing*, 102:207–215, 2014.
- [7] Nan Wu, Weijie Yuan, Hua Wang, and Jingming Kuang. TOA-based passive localization of multiple targets with inaccurate receivers based on belief propagation on factor graph. *Digital Signal Processing*, 49:14–23, 2016.
- [8] Giuseppe Destino and Giuseppe Abreu. On the maximum likelihood approach for source and network localization. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 59(10):4954–4970, 2011.
- [9] Ilhem BoussaD, Julien Lepagnot, and Patrick Siarry. A survey on optimization metaheuristics. *Information sciences*, 237:82–117, 2013.
- [10] Vaishali R. Kulkarni, Veena Desai, and Raghavendra V. Kulkarni. A comparative investigation of deterministic and metaheuristic algorithms for node localization in wireless sensor networks. *Wireless Networks*, 25(5):2789–2803, Jul 2019.
- [11] Junyang Shen, Andreas F Molisch, and Jussi Salmi. Accurate passive location estimation using TOA measurements. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 11(6):2182–2192, 2012.
- [12] Panchapakesan Venkataraman. *Applied optimization with MATLAB programming*. John Wiley & Sons, 2009.

3. Полазне хипотезе

Истраживачки рад кандидаткиње Маје Росић се заснива на следећим хипотезама:

- Полазећи од захтева у погледу одређивања непознате локације неког објекта, постављен је пасивни модел лоцирања, заснован на мерењу времена пропагације сигнала или разлике времена пропагације сигнала, са нормалном расподелом грешке мерења и то у условима директне оптичке видљивости.
- Услед присуства шума при мерењу сигнала, непозната локација објекта не налази се у тачки већ у области коначне површине, па је неопходно увести одговарајући естимациони поступак ради процене непознате локације објекта. У овом случају, поставља се и хипотеза да је формирана функција циља нелинеарна и неконвексна, односно мултимодална, тако да се глобално оптимално решење не може одредити конвенционалним нумеричким методама оптимизације.
- Постављени мултимодални оптимизациони проблем успешно се решава применом одговарајућих хеуристичких алгоритмима оптимизације. Одавде произилази хипотеза да је у процесу изналажења глобалног оптималног решења потребно обезбедити равнотежу између фаза глобалне и локалне. Према томе, неопходно је креирати адаптивни хибридни хеуристички алгоритам оптимизације за решавање проблема пасивног лоцирања.
- У оквиру израде дисертације поставља се и хипотеза да прецизност естимације непознате локације објекта зависи од нивоа присутног шума, као и топологије просторно распоређених пријемника и предајника, односно топологије формиране бежичне сензорске мреже.

4. Научне методе истраживања

У оквиру овог истраживања биће коришћене следеће методе:

- Преглед и анализа постојеће научне литературе у циљу поређења предности и недостатака постојећих метода за одређивање непознате позиције објекта.

- Поставка пасивног модела лоцирања заснованог на мерењу времена пропагације сигнала или временске разлике пропагације сигнала, у присуству Гаусовог шума.
- Развој адаптивних хибридних хеуристичких алгоритама за одређивање оптималне позиције објекта за пасивни модел позиционирања.
- Имплементација предложених алгоритама у програмском окружењу MATLAB.
- Анализа перформанси предложених алгоритама кроз остварену тачност лоцирања, промену улазних параметара, осетљивост на топологију бежичне сензорске мреже, комплексност, као и брзину извршавања разматраних алгоритама.

5. Очекивани научни доприноси

Као резултат овог истраживачког рада очекују се следећи научни доприноси:

- Биће формиран пасивни модел лоцирања ради одређивања непознате локације објекта заснованог на мерењу времена пропагације сигнала или временске разлике пропагације сигнала, у случају присуства Гаусовог шума у LOS окружењу.
- Извршиће се компаративна анализа апроксимативних метода, као што су WLS, CWLS и SDP са постојећим и модификованим хеуристичких алгоритама оптимизације, као што су DE, FA и PSO, ради процене непознате локације објекта за постављени пасивни модел лоцирања.
- Оствариће се унапређење тачности лоцирања применом модификованих хибридних хеуристичких алгоритама, кроз: адаптивно подешавање параметара, развој нових оператора мутације, као и хибридизацију разматраних алгоритама.
- Биће изведена Крамер-Раова граница за постављени пасивни модел лоцирања.
- Извршиће се поређење перформанси модификованих и конвенционалних оптимизационих алгоритама на основу непараметарских статистичких тестова, и то: Вилкоксоновог теста ранга и Фридмановог теста.
- Анализираће се осетљивост оптимизационих алгоритама на промену улазних параметара, као и промену топологије формиране бежичне сензорске мреже.

6. План истраживања и структура рада

Истраживање у оквиру израде докторске дисертације биће обављено у више фаза, и то:

- Преглед научне литературе и анализа перформанси постојећих алгоритама за одређивање непознате позиције објекта у бежичним сензорским мрежама.
- Развој пасивног модела позиционирања заснованог на мерењу времена пропагације сигнала или временске разлике пропагације сигнала у случају присуства Гаусовог шума.
- Преглед научне литературе и анализа спроведених истраживања применом хеуристичких алгоритама у решавању проблема позиционирања у бежичним сензорским мрежама.
- Развој адаптивних хибридних хеуристичких алгоритама оптимизације ради одређивања непознате локације објекта за постављени пасивни модел лоцирања.
- Имплементација и верификација модификованих адаптивних хеуристичких алгоритама оптимизације кроз нумеричке симулације у програмском окружењу MATLAB.
- Анализа перформанси развијених оптимизационих алгоритама кроз остварену тачност лоцирања, осетљивост на промену улазних параметара, осетљивост на топологију посматране бежичне сензорске мреже, брзину извршавања као и комплексност предложених алгоритама.

Структура докторске тезе ће у великој мери пратити наведене фазе истраживања.

7. Закључак и предлог

Након свих претходно наведених чињеница и стечене слике о теми докторске дисертације и кандидаткињи, Комисија закључује да кандидаткиња Маја Росић испуњава све услове да спроведе истраживање и да је способна да реализује докторску дисертацију на предложеној тему „Пасивни модел позиционирања у бежичним сензорским мрежама заснован на адаптивним хибридном хеуристичким алгоритмима“.

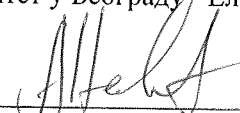
Презентовани садржаји и планирана истраживања припадају областима актуелних научних истраживања, а очекивани научни доприноси су значајни у домену унапређења ефикасности и побољшања тачности лоцирања применом модификованих хеуристичких оптимизационих алгоритама. Комисија је сагласна да је предложена тема подобна за докторску дисертацију. Комисија констатује да предложена тема припада ужој научној области: Телекомуникације, и да је Електротехнички факултет матичан за ову научну област, те за ментора за израду докторске дисертације предлаже др Мирјану Симић-Пејовић, ванредног професора Електротехничког факултета у Београду.

У закључку овог извештаја, имајући у виду све горе наведено, Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета у Београду да кандидаткињи Маји Росић одобри израду докторске дисертације под насловом: „Пасивни модел позиционирања у бежичним сензорским мрежама заснован на адаптивним хибридном хеуристичким алгоритмима“.

У Београду, 09.06.2020. год.

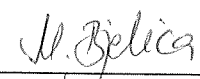
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ


др Мирјана Симић-Пејовић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет


др Александар Нешковић, редовни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет


др Горан Лазовић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Машински факултет


др Предраг Пејовић, редовни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет


др Милан Бјелица, редовни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет