

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидаткиње **Мајде Петрић**, мастер инж. електротехнике и рачунарства за израду докторске дисертације

Одлуком бр. 5015/11-1 од 24.11.2016. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидаткиње **Мајде Петрић** за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **Одређивање позиције мобилних корисника у јавним мобилним системима коришћењем метода заснованих на *Support Vector Machine* алгоритмима.**

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Мајда Петрић рођена је 20. октобра 1986. године у Београду. Девету београдску гимназију „Михајло Петровић Алас“ завршила је 2005. године као носилац дипломе „Вук Стефановић Караџић“. Основне студије на Електротехничком факултету у Београду уписала је 2005. године. Одсек за телекомуникације и информационе технологије, смер Радио комуникације, завршила је 2009. године са просечном оценом 9.62 и оценом 10 за Дипломски рад на тему „Технике рутирања у когнитивним радио мрежама“. Дипломске – академске мастер студије на Електротехничком факултету, модул Системско инжењерство и радио комуникације, уписала је 2009. године и завршила их у децембру 2010. године са просечном оценом 10. На основу мастер рада на тему „Анализа квалитета рада примопредајника мобилних GSM терминала коришћењем мерног уређаја *Rohde&Schwarz* CMU200“ формирана је лабораторијска вежба за предмет Радиотехника.

Докторске студије на Електротехничком факултету у Београду, модул Телекомуникације, уписала је 2011. године, где је положила све испите са просечном оценом 10.

Мајда је у току студија била стипендиста Министарства просвете и образовања (2006-2007), града Београда (2007-2009) и Фонда за младе таленте Републике Србије (2009 - 2010). Од јуна 2009. године радила је у Лабораторији за радио комуникације, на Катедри за телекомуникације, као сарадник на пројектима процене утицаја електромагнетног зрачења базних станица мобилне телефоније на животну средину. Као студент докторских студија и стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја, била је ангажована на пројекту ТР-32051 „Развој и реализација наредне генерације система, уређаја и софтвера на бази софтверског радија за радио и радарске мреже“ (2012 - 2013. године). Мајда Петрић је,

као студент докторских студија, била ангажована на извођењу лабораторијских вежби у оквиру лабораторије за Радио комуникације, на Катедри за Телекомуникације.

Мајда Петрић је била запослена као асистент на Катедри за Телекомуникације на Електротехничком факултету у Београду од фебруара 2013. до октобра 2016. године. Била је ангажована на рачунским и лабораторијским вежбама из предмета Радио комуникације, Усмерене радио везе и Радиотехника, као и на лабораторијским вежбама из предмета: Радио-системи, Јавни мобилни системи, Телекомуникациони системи, Бежичне мреже, Телекомуникације 1 и Телекомуникације 3.

У току рада на Факултету, учествовала је на неколико пројеката, између осталог: већи број студија о процени и стручних оцена утицаја GSM/UMTS/LTE базних станица на животну средину (ТЕЛЕКОМ СРБИЈА, 2009 - 2016), пројекат Министарства за науку и технолошки развој ТР-32051 „Развој и реализација наредне генерације система, уређаја и софтвера на бази софтверског радија за радио и радарске мреже“ (2012-2013), пројекат „Анализа међусобног утицаја секундарног радара за надзор ваздушног саобраћаја и постојећих/планираних радио-система на локацији Бесна кобила“ (Контрола летења Србије и Црне Горе, 2015), пројекат „Анализа међусобног утицаја примарног радара за надзор ваздушног саобраћаја и постојећих/планираних радио-система на локацији Бесна кобила“ (Контрола летења Србије и Црне Горе, 2016), Студија експлоатације телекомуникационе мреже ЕМС-а (ЈП Електромрежа Србије, 2015). Током 2014. године, учествовала је у програму FP7 FET EYE за младе истраживаче (*Future and Emerging Technologies – Empowering Young Researchers*).

Мајда Петрић је аутор два рада у научним часописима међународног значаја са SCI листе, један категорије M21 и један категорије M22, као и једног рада у домаћем часопису категорије M53. Аутор је три рада у зборницима међународних научних скупова, као и седам радова у зборницима скупова националног значаја.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Мајда Петрић је докторске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду уписала 2011. године. У току студија положила је све испите предвиђене студијским планом и програмом Модула за телекомуникације.

Преглед положених испита

Назив предмета	Оцена	ЕСПБ	Предметни наставник
Случајни процеси у телекомуникацијама	(десет) 10	9	Предраг Иваниш
Савремене радио-технологије	(десет) 10	9	Наташа Нешковић
Системи мобилних радио-веза	(десет) 10	9	Александар Нешковић
Моделирање и симулација радио-мрежа	(десет) 10	9	Александар Нешковић
Класификација и естимација сигнала	(десет) 10	9	Жељко Ђуровић
Бежичне информационе мреже	(десет) 10	9	Наташа Нешковић
Праћење покретних циљева	(десет) 10	9	Жељко Ђуровић
Когнитивне радио мреже	(десет) 10	9	Мирјана Симић Пејовић
Савремене технике контроле грешака у телекомуникацијама	(десет) 10	9	Предраг Иваниш
Енглески језик	(десет) 10	6	Милош Ђурић

Преглед одрађених обавеза

Назив обавезе	ЕСПБ
Научно стручни рад	3
Студијски истраживачки рад I	15
Студијски истраживачки рад II	15

Учешће у настави

Као асистент на Катедри за телекомуникације, у периоду од фебруара 2013. до октобра 2016. године, кандидаткиња је била ангажована у извођењу вежби на табли и лабораторијских вежби из 7 предмета уже научне области Радио комуникација и то: *Радио комуникације, Усмерене радио везе, Радиотехника, Радио-системи, Јавни мобилни системи, Телекомуникациони системи и Бежичне мреже.*

Научноистраживачки рад

Научно-истраживачко искуство у области предложене теме Мајда Петрић потврдила је објављивањем 1 рада у часопису међународног значаја (категија M21), 2 рада на конференцијама од међународног значаја (категија M33) и 5 радова на конференцијама од националног значаја (категија M63).

У току целокупног досадашњег научно-истраживачког рада Мајда Петрић је била аутор или коаутор 13 радова, од којих су 2 рада објављена у часописима међународног значаја (категија M21 и M22), 1 рад у часопису националног значаја (категије M53), 3 рада на конференцијама од међународног значаја (категија M33) и 7 радова на конференцијама од националног значаја (категија M63):

Научни часописи међународног значаја

1. M. Petrić, A. Nešković, N. Nešković, M. Borenović, „SVM-based Models for Mobile Users' Initial Position Determination“, *Journal of Navigation*, Vol. 67, pp. 950-966, 2014., ISSN: 0373-4633, DOI: 10.1017/S0373463314000393, impact factor: 0.949, (M21).
2. M. Koprivica, M. Petrić, A. Nešković, N. Nešković, „Statistical analysis of electromagnetic radiation measurements in the vicinity of indoor microcell GSM/UMTS base stations in Serbia“, *Bioelectromagnetics*, Vol. 37, pp. 69-76, 2015. ISSN: 0197-8462, DOI: 10.1002/bem.21946, impact factor: 1.583, (M22).

Научни часописи националног значаја

1. M. Koprivica, M. Petrić, M. Popović, J. Milinković, S. Nikšić, A. Nešković: “Empirical Analysis of Electric Field Strength Long-Term Variability for GSM/DCS/UMTS Downlink Band”, *Telfor Journal*, Vol.8, No.2. (in print), 2016. ISSN 1821-3251, (M53).

Научне конференције међународног значаја

1. M. Petrić, A. Nešković, N. Nešković, “Dynamic k Nearest Neighbours model for mobile user indoor positioning“ *Proceedings of 23rd Telecommunications Forum (TELFOR 2015)*, pp. 165-168, Nov. 2015., Beograd, Srbija, ISBN: 978-1-5090-0055-5, Doi: 10.1109/TELFOR.2015.7377439, (M33).

2. M. Koprivica, M. Petrić, M. Popović, J. Milinković, S. Nikšić, A. Nešković, "Long-term variability of electromagnetic field strength for GSM 900MHz downlink band in Belgrade urban area", *22nd Telecommunications Forum (TELFOR 2014)*, pp. 9-12, Nov. 2014., Beograd, Srbija, ISBN: 978-1-4799-6190-0, Doi: 10.1109/TELFOR.2014.7034346, (M33).
3. M. Petrić, A. Nešković, N. Nešković, M. Borenović, "RSS-based SVR models for GSM and DCS mobile users' localization", *EUROCON 2013*, pp. 591-596, Jul 2013., Zagreb, Hrvatska, ISBN: 978-1-4673-2230-0, Doi:10.1109/EUROCON.2013.6625041, (M33).

Научне конференције националног значаја

1. M. Petrić, A. Nešković, N. Nešković, „Realizacija i poređenje performansi modela za indoor pozicioniranje mobilnih GSM korisnika zasnovanih na kNN i ANN algoritmu“, *Zbornik radova Infoteh Jahorina 2016*, Vol. 15, pp. 210-214, Mar. 2016., Jahorina, Bosna i Hercegovina, ISBN: 978-99955-763-9-4, (M63).
2. M. Petrić, A. Nešković, N. Nešković, M. Borenović, "Određivanje pozicije mobilnog korisnika korišćenjem Support Vector Regression algoritma i α - β filtra“, *Zbornik radova Infoteh Jahorina 2014*, Vol. 13, pp. 527-532, Mar. 2014., Jahorina, Bosna i Hercegovina, ISBN: 978-99955-763-3-2, (M63).
3. M. Petrić, A. Nešković, N. Nešković, M. Borenović, "Analiza uticaja kvaliteta signala GSM/DCS baznih stanica na određivanje pozicije mobilnih korisnika korišćenjem Support Vector Regression algoritma“, *Zbornik radova Infoteh Jahorina 2013*, Vol. 12, pp. 322-327, Mar. 2013., Jahorina, Bosna i Hercegovina, ISBN: 978-99955-763-1-8, (M63).
4. M. Petrić, N. Nešković, A. Nešković, M. Borenović, "Pozicioniranje mobilnih GSM i UMTS korisnika korišćenjem Support Vector Regression metode“, *Proceedings of 20th Telecommunications Forum (TELFOR 2012)*, pp. 428-431, Nov. 2012., Beograd, Srbija, ISBN: 978-1-4673-2983-5, Doi: 10.1109/TELFOR.2012.6419238, (M63).
5. M. Petrić, N. Nešković, A. Nešković, M. Borenović, "Određivanje pozicije mobilnih GSM korisnika korišćenjem Support Vector Regression metode", *Zbornik radova Infoteh Jahorina 2012*, Vol. 11, pp. 302-306, Mar. 2012., Jahorina, Bosna i Hercegovina, ISBN: 978-99938-624-8-2, (M63).
6. M. Petrić, A. Petrović, N. Nešković, A. Nešković, "Analiza kvaliteta rada primopredajnika mobilnih GSM terminala korišćenjem mernog uređaja ROHDE&SCHWARZ CMU200“, *Zbornik radova Infoteh Jahorina 2011*, Vol. 10, pp. 139-143, Mar. 2011., Jahorina, Bosna i Hercegovina, ISBN 978-99938-624-6-8, (M63).
7. A. Petrović, M. Petrić, "Analiza kvaliteta rada primopredajnika mobilnih GPRS i EDGE terminala korišćenjem mernog uređaja ROHDE&SCHWARZ CMU200“, *Proceedings of 19th Telecommunications Forum (TELFOR 2011)*, pp. 493-496, Nov. 2011., Beograd, Srbija, ISBN: 978-1-4577-1499-3, Doi: 10.1109/TELFOR.2011.6143594, (M63).

Учесће на пројектима и студијама:

1. Студије о процени утицаја GSM/UMTS/LTE базних станица на животну средину, ТЕЛЕКОМ СРБИЈА, 2009 – 2016.
2. TP-32051: Развој и реализација наредне генерације система, уређаја и софтвера на бази софтверског радија за радио и радарске мреже, Министарство за науку и технолошки развој, 2012-2013.
3. Анализа међусобног утицаја секундарног радара за надзор ваздушног саобраћаја и постојећих/планираних радио-система на локацији Бесна кобила, Контрола летења Србије и Црне Горе, 2015.

4. Студија експлоатације телекомуникационе мреже ЕМС-а, ЈП Електромрежа Србије, 2015.
5. Анализа међусобног утицаја примарног радара за надзор ваздушног саобраћаја и постојећих/планираних радио-система на локацији Бесна кобила, Контрола летења Србије и Црне Горе, 2016.

Одбрана приступног рада за израду дисертације

Мајда Петрић је 16. 12. 2016. године полагала докторски испит на Електротехничком факултету у Београду, при чему је комисија у саставу:

1. др Наташа Нешковић, ванредни професор, Електротехнички факултет Универзитета у Београду,
2. др Никола Томашевић, научни сарадник, Институт Михајло Пупин
3. др Жељко Ђуровић, редовни професор, Електротехнички факултет Универзитета у Београду и
4. др Мирјана Симић Пејовић, ванредни професор, Електротехнички факултет Универзитета у Београду

једногласно закључила да су кандидаткиња и тема подобни за израду докторске дисертације на Електротехничком факултету Универзитета у Београду.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу резултата које је Мајда Петрић постигла у свом досадашњем стручном и научном раду, публикованих научних резултата из области метода позиционирања мобилних корисника у јавним мобилним системима, као и практичног искуства које је стекла у оквиру рада на Катедри за телекомуникације, може се закључити да је испунила услове који је квалификују да приступи изради докторске тезе на предложеној тему.

2. Предмет и циљ истраживања

Током претходних година видан је интензиван развој техника за позиционирање мобилних корисника, узрокован потребом за имплементацијом сервиса хитног позива (*emergency call services*), E112 на територији Европе [1] и E911 на територији Сједињених Америчких Држава [2]. С друге стране, поред безбедносног аспекта, развој техника за позиционирање покренуо је интензиван развој нових сервиса и апликација који се заснивају на познавању тренутне позиције мобилног корисника, познатијих као LBS services (*Location Based Services*). Као последица тога, захтеви које нове технике за позиционирање мобилних корисника треба да испуне по питању тачности, доступности, времену одзива и цене имплементације постају све строжији.

Технике које се заснивају на коришћењу сателитских система, као што је GPS (*Global Positioning System*), и даље представљају најчешће коришћен приступ при одређивању позиције мобилних корисника. Међутим, иако дате технике пружају висок ниво тачности приликом позиционирања корисника у *outdoor* окружењима, њихове перформансе бивају значајно деградиране у градским срединама са високим степеном урбанизације (тзв. „градским кањонима“) услед ефекта сенки и осетљивости на *multipath* фадинг, као и у затвореним просторима (*indoor* окружењима) услед изразито ниских нивоа сигнала. Из тих разлога, у последње време посебно је актуелан развој техника за позиционирање које се, у

зависности од типа окружења, заснивају на коришћењу инфраструктура других врста радио система, попут јавних мобилних система (*Public Land Mobile Networks*), WLAN (*Wireless Local Area Networks*) мрежа, UWB (*Ultra-wideband*), Bluetooth, RFID (*Radio-frequency identification*) [3-11], итд.

Циљ истраживања у оквиру докторске дисертације јесте реализација нове методе за одређивање позиције мобилног корисника коришћењем инфраструктуре јавних мобилних система (GSM - *Global System for Mobile Communications*, DCS - *Digital Communication System* и UMTS - *Universal Mobile Telecommunication System*) и применом напредних алгоритама машинског учења (*Support Vector Machine*) [12-14]. Основни допринос овог истраживања био би унапређење тачности позиционирања у односу на постојеће приступе у датој области, поготово у окружењима у којима је GPS систем недоступан, као што су затворени простори. Предност коришћења инфраструктуре јавних мобилних система јесте у њиховој територијалној распрострањености и добром радио-покривању, како у *outdoor* окружењима са различитим степеном урбанизације, тако и у *indoor* окружењима.

Циљ истраживања је да се применом алгоритама машинског учења реализују модели за одређивање позиције мобилног корисника на основу измерених нивоа радио сигнала базних станица различитих јавних мобилних система, који могу припадати једном или већем броју оператора. Наиме, нивои радио сигнала базних станица измерени у тачки од интереса индиректно садрже информацију о простору (тј. удаљености од базних станица). У складу са тим, један сегмент истраживања бавио би се анализом утицаја карактеристика радио сигнала базних станица у простору од интереса на тачност позиционирања, као и дефинисањем критеријума за одабир базних станица чији су сигнали оптимални за потребе позиционирања. Додатан аспект који ће бити разматран јесте утицај истовременог коришћења инфраструктуре већег броја мобилних оператора. Како је процедура мерења нивоа сигнала базних станица и генерисања/слања извештаја са измереним вредностима од мобилне станице ка мрежи већ дефинисана постојећим стандардима и подржана мрежном сигнализацијом, предложени метод не би имао велики утицај на корисничке уређаје, што би допринело доступности методе за позиционирање корисницима и смањило цену имплементације.

Главни део истраживања био би оријентисан на примену различитих алгоритама машинског учења (*Support Vector Classification*, *Support Vector Regression*, итд.), као и њихово комбиновање, у циљу дефинисања алгоритама за одређивање уже географске области у којој се корисник налази и/или његове тачне позиције на основу измерених нивоа сигнала околних базних станица. Предложени алгоритми за одређивање позиције мобилних корисника биће имплементирани и верификовани у *outdoor* и *indoor* окружењу, коришћењем података прикупљених током мерних кампања спроведених у реалним окружењима за потребе овог истраживања.

Поред доприноса у виду унапређења тачности позиционирања, предложени метод за одређивање позиције мобилног корисника треба да пружи висок степен доступности уз коришћење постојеће, широко распрострањене, инфраструктуре јавних мобилних мрежа, као и уз минималне измене на страни мреже мобилног оператора и уређаја мобилних корисника. Очекује се да резултати добијени у оквиру израде докторске дисертације могу наћи примену у државном (безбедносном) и приватном сектору. Посебан утицај могу имати на повећање степена јавне безбедности, као и брзину реаговања надлежних органа у хитним/ванредним ситуацијама. Додатно, могу бити платформа за даљи развој и унапређење низа комерцијалних сервиса који користе информацију о локацији корисника.

Део библиографије која ће бити коришћена током израде дисертације:

1. EENA (European Emergency Number Association). Caller Location in Support of Emergency Services (2014).
2. FCC (Federal Communication Commission), *Wireless E911 Location Accuracy Requirements* (2015).

3. 3GPP TS 43.059 v8.1.0, *Functional stage 2 description of Location Services (LCS) in GERAN* (2008).
4. 3GPP TS 25.305 v8.1.0. *User Equipment (UE) positioning in Universal Terrestrial Radio Access Network (UTRAN)*; Stage 2 (2008).
5. Lui H., Darbi H., Banerjee P. and Liu J, *Survey of wireless indoor positioning techniques and systems*. *IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics*, 37(6), 1067-1080 (2007).
6. Gu Y, Lo A. and Niemegeers I, *A survey of indoor positioning systems for wireless personal networks*, *IEEE Communication Surveys and Tutorials*, 11(1), 13 – 32 (2009).
7. Laitinen, H, Lahteenmaki J. and Nordstorm T, *Database correlation method for GSM location*, *Proceedings of the 53rd IEEE Vehicular Technology Conference* (2001).
8. Borenovic M, Neskovic A. and Budimir D, *Multi-system-multi-operator localization in PLMN using neural networks*, *International Journal of Communication Systems*, 32(2), 67-83 (2012).
9. Wu Z, Li C, Ng J.K. and Leung K.R.P.H, *Location estimation via Support Vector Regression*, *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 6, 311–321 (2007).
10. Borenovic M. and Neskovic A, *Positioning in WLAN environment by use of artificial neural networks and space partitioning*, *Annals of Telecommunications*, 64 (9-10), 665-676 (2009).
11. Lu X, Zou H, Zhou H, Xie L. and Huang G. B, *Robust extreme learning machine with its application to indoor positioning*, *IEEE Transaction on Cybernetics*, 46(1), 194 - 205 (2016).
12. Bishop C.M, *Pattern recognition and machine learning*, Springer Science + Business Media (2006).
13. Shawe-Taylor J. and Cristianini N, *Kernel methods for pattern analysis*, Cambridge University Press (2004).
14. Hsu C. W. and Lin C. J, *A comparison of methods for multiclass Support Vector Machines*, *IEEE Transaction on Neural Networks*, 13(2), 415-425 (2002).

3. Полазне хипотезе

За потребе реализације сервиса хитног позива (E112/E911), дефинисани су међународни стандарди по питању локализације позива, и то у погледу дозвољене грешке при одређивању позиције корисника, времену одзива система за позиционирање и доступности (расположивости) информације о позицији корисника. С друге стране, нагли развој LBS сервиса поопштрава додатно захтеве које методе за одређивање позиције мобилних корисника морају да испуне.

Полазећи од дефинисаних норми и перформанси постојећих метода за позиционирање, у оквиру овог истраживања биће дато унапређено решење које може да обезбеди информацију о позицији корисника и у *outdoor* и *indoor* окружењу. Основна претпоставка је да се на основу измерених нивоа сигнала базних станица јавних мобилних мрежа, које имају подједанко добро радио-покривање и у *outdoor* и *indoor* окружењима, применом алгоритама машинског учења као оптимизационих техника, може наћи нелинеарна релација која повезује вредности нивоа сигнала измерених у некој тачки са просторним координатама дате тачке. Друга битна претпоставка је да број и просторни распоред извора радио сигнала (базних станица), као и карактеристике радио сигнала, утичу на тачност методе. Услед тога, у оквиру истраживања биће извршена анализа датих параметара у смислу дефинисања оптималних радио извора за потребе позиционирања.

4. Научне методе истраживања

У оквиру овог истраживања биће коришћене следеће методе:

- У циљу дефинисања предности и недостатака постојећих техника за одређивање позиције мобилних корисника коришћењем јавних мобилних система у *outdoor/indoor* окружењима биће извршена анализа научно-стручне литературе и објављених радова.
- Нови модели за одређивање позиције мобилног корисника засновани на примени више типова *Support Vector Machine* алгоритама, као и њиховог комбиновања, биће реализовани у програмском пакету MATLAB. Рачунарским симулацијама вршиће се тренирање и тестирање модела у циљу одређивања оптималних параметара модела (тип и параметри Кернел функције, функције губитка, итд.).
- За потребе верификације модела за позиционирање користиће се резултати мерења нивоа сигнала базних станица више мобилних оператора у *outdoor* и *indoor* тест окружењу. Перформансе модела биће анализирани у погледу тачности позиционирања, комплексности (времена тренирања) и брзине прорачуна позиције корисника.
- За потребе одређивања утицаја карактеристика радио сигнала на тачност позиционирања, биће извршена статистичка анализа измерених нивоа сигнала базних станица у тест окружењима. Биће извршена анализа утицаја варирања броја радио извора који се користе у процесу позиционирања у зависности од критеријума њихове селекције, као и узимања у обзир већег просторног диверзитета извора, кроз коришћење инфраструктуре већег броја оператора.

5. Очекивани научни допринос

Очекује се да из докторске дисертације проистекну следећи конкретни резултати:

- Компаративна анализа постојећих метода за одређивање позиције корисника у јавним мобилним системима.
- Развој нове методе за одређивање позиције мобилног корисника засноване на коришћењу алгоритама машинског учења, са могућношћу примене датог приступа у *indoor* и *outdoor* окружењима са различитим степеном урбанизације.
- Имплементација предложеног модела за позиционирање коришћењем резултата мерења прикупљених у реалном *indoor/outdoor* окружењу.
- Унапређење тачности методе позиционирања у односу на постојеће које користе инфраструктуру јавних мобилних система, узимајући при том у обзир комплексност имплементације (утицај методе на мрежу мобилног оператора и корисничке уређаје).
- Анализа утицаја броја радио извора, карактеристика радио сигнала базних станица у области од интереса и коришћења инфраструктуре већег броја оператора, на тачност методе.

Неки од резултата досадашњих истраживања приказани су у следећим радовима кандидата:

Међународни часописи са СЦИ листе

1. М. Petrić, А. Nešković, N. Nešković, M. Borenović, „SVM-based Models for Mobile Users' Initial Position Determination“, *Journal of Navigation*, Vol. 67, pp. 950-966, 2014.

Међународне конференције

2. М. Petrić, А. Nešković, N. Nešković, “Dynamic k Nearest Neighbours model for mobile user indoor positioning“, *TELFOR 2015*, Beograd, pp. 165-168.
3. М. Petrić, А. Nesković, N. Nesković, M. Borenović, “RSS-based SVR models for GSM and DCS mobile users' localization“, *EUROCON 2013*, Zagreb, pp. 591-596.

Домаће конференције

4. M. Petrić, A. Nešković, N. Nešković, "Realizacija i poređenje performansi modela za *indoor* pozicioniranje mobilnih GSM korisnika zasnovanih na kNN i ANN algoritmu", *Infoteh Jahorina 2016*, Vol. 15, pp. 210-214.
5. M. Petrić, A. Nešković, N. Nešković, M. Borenović, "Određivanje pozicije mobilnog korisnika korišćenjem Support Vector Regression algoritma i α - β filtra", *Infoteh Jahorina 2014*, Vol. 13, pp. 527-532.
6. M. Petrić, A. Nešković, N. Nešković, M. Borenović, "Analiza uticaja kvaliteta signala GSM/DCS baznih stanica na određivanje pozicije mobilnih korisnika korišćenjem Support Vector Regression algoritma", *Infoteh Jahorina 2013*, Vol. 12, pp. 322-327.
7. M. Petrić, N. Nešković, A. Nešković, M. Borenović, "Pozicioniranje mobilnih GSM i UMTS korisnika korišćenjem *Support Vector Regression* metode", *TELFOR 2012*, Beograd, pp. 428-431.
8. M. Petrić, N. Nešković, A. Nešković, M. Borenović, "Određivanje pozicije mobilnih GSM korisnika korišćenjem Support Vector Regression metode", *Infoteh Jahorina 2012*, Vol. 11, pp. 302-306.

6. План истраживања и структура рада

План истраживања који ће пратити и структуру рада, састоји се из неколико делова:

1. Преглед научно-стручне литературе ради анализе постојећих метода за одређивање позиције мобилних корисника у *indoor/outdoor* окружењима;
2. Преглед научно-стручне литературе ради анализе алгоритама машинског учења погодних за решавање нелинераног проблема одређивања просторних координата корисника на основу измерених нивоа сигнала на тренутној локацији корисника;
3. Развој алгорита на којем ће се базирати нова метода заснована на машинском учењу за прорачун просторних координата позиције корисника;
4. Примена програмског пакета MATLAB са циљем имплементације модела на којем је базирана метода за одређивање позиције мобилног корисника у *indoor/outdoor* окружењу;
5. Тестирање развијеног алгорита коришћењем података прикупљених у реалном *indoor* и *outdoor* окружењу. Анализа утицаја различитих критеријума за селекцију радио извора у окружењу од интереса (у зависности од карактеристика радио сигнала, типа система и оператора) на тачност алгорита за позиционирање.

7. Закључак и предлог

У предлогу тезе јасно је објашњен значај метода за одређивање позиције мобилних корисника, као и потреба за унапређењем њихових перформанси у погледу тачности позиционирања, доступности методе, кашњења које уноси алгоритам, као и смањењу цене имплементације. На прегледан и јасан начин дефинисана су потенцијална унапређења методе позиционирања у јавним мобилним системима. Изабрана су адекватна експериментална окружења за тестирање предложене методе, и прецизно идентификовани очекивани научни доприноси. Поред тога, дефинисан је одговарајући план истраживања, као и структура рада.

Досадашњи резултати Мајде Петрић у стручном и научном раду, публиковани научни резултати из области метода позиционирања мобилних корисника у јавним мобилним системима, као и практично искуство које је стекла у оквиру рада на Катедри за телекомуникације, у потпуности је квалификују за рад на предложеној теми.

На основу свега наведеног закључујемо да **Мајда Петрић, мастер инж. електротехнике и рачунарства** испуњава све услове за израду докторске дисертације на српском језику и потврђујемо научну заснованост предложене теме **„Одређивање позиције мобилних корисника у јавним мобилним системима коришћењем метода заснованих на *Support Vector Machine* алгоритмима”**. С обзиром да тема покрива актуелну област истраживања у Радио-комуникацијама и Јавним мобилним системима на Електротехничком факултету, Универзитета у Београду, као да и припада ужој научној области телекомуникација, за ментора предлажемо др Александра Нешковића, редовног професора Електротехничког факултета, Универзитета у Београду.

Сходно томе, предлажемо Наставно-научном већу Електротехничког факултета, Универзитета у Београду да одобри Мајди Петрић израду докторске дисертације под горе наведеним насловом.

Београд, 19. децембар 2016.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



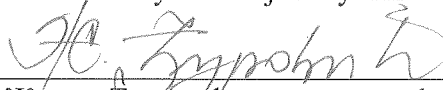
др Александар Нешковић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
(ментор)



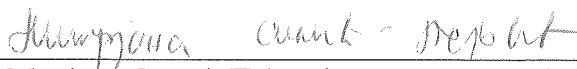
др Наташа Нешковић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Никола Томашевић, научни сарадник
Институт Михајло Пупин



др Жељко Туровић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



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