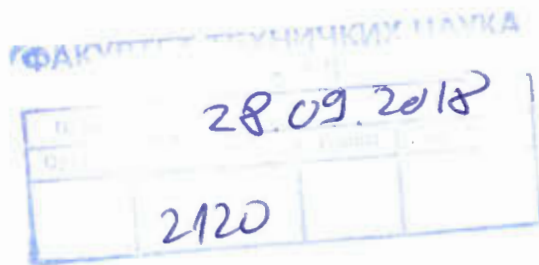




Универзитет у Крагујевцу
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ
НАУКА
Чачак



НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА У ЧАЧКУ И ВЕЋУ ЗА ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ НАУКЕ УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

Предмет: Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације и испуњености услова кандидата Душана Марковића, дипломираног инжењера електротехнике за рачунарску технику

На седници наставно-научног већа Факултета техничких наука у Чачку одржаној 18. јула 2018. године (број одлуке: 58-1612/3) и на седници Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу одржаној 29. августа 2018. године (број одлуке: IV-04-619/7) одређени смо за чланове Комисије за подношење извештаја за оцену научне заснованости теме и испуњености услова кандидата за издразу докторске дисертације:

“ХАРДВЕРСКО-СОФТВЕРСКА ПОДРШКА ЗА ПРОЦЕСИРАЊЕ НИЗОВА ПОДАТАКА У ОКВИРУ КОНЦЕПТА CLOUD-FOG РАЧУНАРСТВА”

из научне области техничко-технолошких наука – Електротехничко и рачунарско инжењерство, ужа научна област Рачунарска техника, кандидата Душана Марковића, дипломираног инжењера електротехнике за рачунарску технику. На основу података којима располажемо достављамо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Научни приступ проблему предложеног нацрта докторске дисертације и процена научног доприноса крајњег исхода рада

Предложени нацрт докторске дисертације припада актуелној области развоја платформи и сензорских уређаја за прикупљање и обраду сензорских података. Актуелност се може сагледати кроз захтеве за све већим обимом свеприсутних података који прате људске активности, што је значајно довело до широке примене, прво бежичних сензорских мрежа, а у последње време веома брзо усвајање и коришћење IoT (Internet of Things) концепта. Захваљујући примени IoT уређаја сензорски подаци се прослеђују преко Интернета на удаљене рачунарске системе где се са много већом рачунарском снагом врши обрада добијених података и даља анализа како би се добиле нове информације и стекла нова знања. Према извештају McKinsey Global Institute из 2015. године анализе су показале да ће до 2025. године економски ефекат IoT уређаја бити од 4 до 11 трилиона долара где би горња граница представљала 11% укупне светске економије, а такође очекује се коришћење око једног трилиона IoT уређаја. Са порастом броја извора сензорских података поставља се питање оптималног рада система за њихово прикупљање и обраду како би се одговорило свим захтевима корисника. У ту сврху процесирање података може бити пренето са Интернет платформи односно Cloud платформи на други ниво ближи сензорским уређајима који носи назив Fog рачунарство.

Процесирање података на нивоу Fog рачунарства у случају примене IoT уређаја постаје све више актуелно што показују радови објављени у посебним бројевима, високо рангираних међународних часописа. Један од тих часописа је „IEEE Internet of Things Journal” који

припада категорији M21 и који је имао посебна издања на тему „Special Issue on Fog Computing in the Internet of Things”, vol. 4. no. 5, Oct. 2017. До новембра 2017. године важио је позив за публикавање радова на тему „Special Issue on New Landscapes of the Data Stream Processing in the era of Fog Computing”. Такође, до децембра 2017. године био је отворен позив за радове у овину теме „Special Issue on Real-time Data Processing for Internet of Things (RTDPIoT)”. Осим тога и часопис из највише категорије „Future Generation Computer Systems” објавио је позив за посебан број под називом „Special Issue on Cloud and Fog Computing for Smart Cities Data Analytics and Visualisation” који је био отворен до марта 2018. године.

Планирани и очекивани допринос предложене докторске дисертације би био софтверска подршка у процени и одређивању оптималне дистрибуције процесирања низова података између централних сервера и посредних уређаја. На тај начин сходно количини података и типовима упита над подацима може се на посредним уређајима покренути оптималан обим упита потребних за процесирање низова података. При томе се централне рачунарске Cloud платформе, које врше пријем и обраду велике количине података, растеређују, чиме се обезбеђује њихова пуна оперативност.

Очекује се да допринос ове докторске дисертације буде и развој модела посредног уређај који може да има хардверски акцелератор на бази FPGA/ASIC модула и на тај начин може да се одговори на повећање количине сензорских података који се стичу у посредни уређај. При томе један од главних доприноса јесте и веома брзо добијање резултата обраде података тако да се предложени модел може искористити за апликације које захтевају детекцију информација и реакцију у реалном времену.

Веза са досадашњим истраживањима

На основу увида у објављене радове кандидата, научно-истраживачка активност кандидата припада области Електротехничко и рачунарско инжењерство, ужа научна област Рачунарска техника. Током истраживачког рада у вези са докторском дисертацијом, објавио је као први аутор више радова који су прихваћени и приказани на домаћим и међународним конференцијама, као и радови публиковани у домаћим часописима. Истраживања кандидата су усмерена на развој платформи преко којих би се извршила обрада низова података на нивоу који је ближи сензорским уређајима који прикупљају податке.

Дефинисана тема дисертације омогућава кандидату да оствари континуитет у свом научно-истраживачком раду, што поред усавршавања кандидата има за циљ да кандидат да свој допринос кроз предлог модела за оптимизацију обраде низова прикупљених података са сензора, а која може имати практичну примену у многим областима где се користи IoT концепт.

2. Образложење предмета, метода и циља који уверљиво упућују да је предложена тема од значаја за развој науке

Предмет, циљеви и хипотезе ове дисертације обухватају следеће

Предмет истраживања у оквиру предложене докторске дисертације односи се на оптимизацију процесирања података са IoT уређаја и њихово измештање из Cloud система. Циљ је да се део обраде изворних података приближи сензорским уређајима и на тај начин смањи потреба за њиховом обрадом на нивоу Cloud система. Овакав приступ иде за идејом да се „облак“ спусти ближе „тлу”, тј. непосредном извору података због чега је познат као Fog Computing (Рачунарство у магли или Fog рачунарство). У овом случају процесирање података би се спустило са нивоа сервера (Cloud Computing) на посредне уређаје до којих подаци директно стижу са IoT сензорских уређаја.

Cloud рачунарство подразумева далеко моћније перформансе по питању рачунарске снаге, складишног простора и мрежне инфраструктуре у односу на оквире Fog рачунарства. Али због удаљености, комплексног мрежног саобраћаја и у овом случају повећања броја

извора података Cloud рачунарство не може да гарантује одзив система у реалном времену. У другој варијанти када је укључено Fog рачунарство где се процесирање извршава на платформама које су непосредно повезане са IoT уређајима могу се очекивати резултати без значајнијег кашњења, односно одзиви у реалном времену.

Претпоставка је да би се прелиминарном обрадом података на овом нивоу смањило проток информација према Cloud систему, а тиме и ниво обраде који би морао да се врши унутар Cloud система. Такође, истраживање треба да покаже могућности подизања нивоа обраде података на процесним јединицама са ограниченим ресурсима, које чине рачунарску основу Fog Computing система. Полазну претпоставку овог дела истраживања чини оцена да се процесна снага рачунарских компонената у оквиру Fog Computing система може повећати кроз додавање хардверских акцелератора.

У реализацији ове докторске дисертације полази се од основне претпоставке да реализација оптималног процесирања низова података на посредним Fog уређајима, треба да допринесе смањењу обима података који се преносе од IoT уређаја ка Cloud систему. При томе се очекује и повећање брзине обраде података и добијање прелиминарних резултата у близини њиховог извора. Сходно томе у овом истраживању полази се од следећих претпоставки (хипотеза):

1. Структура постојећих Cloud система не може у потпуности да одговори захтевима одзива система у случају значајног повећања обима долазних података на њихов улаз. Такав случај постоји код повећања броја IoT уређаја у оквиру истог система што захтева нови приступ у организацији процесирања података који се добијају на излазу IoT уређаја.
2. Применом динамичког приступа у извршавању процеса над подацима, део обраде се може и даље извршавати на централном рачунарском систему, док се део обраде може пренети на посредне Fog уређаје. Претпоставка је да се у току формирања захтева за појединим процесима над подацима они динамички распоређују на уређаје где ће се процеси извршавати. Идеја је да се оствари пренос процеса обраде података на уређаје сходно њиховим ресурсима и да се испита који утицај, на укупни пренос података, имају различити типови обраде.
3. На основу досадашњих истраживања чији су резултати доступни кроз наведене библиографске изворе очекује се да је могуће унети измену у реализације модела апликација за обраду података на нивоу Cloud система. Уместо централизоване обраде, која се углавном примењују код база података на страни сервера могуће је извршити прилагођену обраду података на бази посредних уређаја уз коришћење хардверских акцелератора.
4. Увођењем акцелератора на страни Fog уређаја процесирање података би било брже и потрошња енергије би била мања што би, претпоставља се, довело до могућности прихватања већег обима података без повећања времена кашњења у њиховој обради. За потврду ове претпоставке потребно је да се испита ниво утицаја величине пропусног опсега код преноса и учитавања података у акцелератор на укупну брзину процесирања података.
5. У циљу реализације процесирања података на Fog уређајима испитивао би се обим упита које је могуће дефинисати, а да се задржи оптимална потрошња енергије на уређајима. Идеја је да се различити типови упита преносе и извршавају у више различитих варијанти на посредном уређају уз додаток акцелератора и да се при томе прати њихова потрошња енергије.
6. Претпоставља се да је могуће остварити оптималну расподелу процеса обраде над подацима тако да се на сервер (Cloud систем) прослеђује мања

количина података што би довело до растеређења централног рачунарског система и донело знатне уштеде по питању ресурса.

Методe истраживања

Предложена тема докторске дисертације подразумева истраживање у оквиру кога ће се, између осталог, користити и опште методе провере перформанси рачунарских система са ограниченим ресурсима. Један од циљева истраживања је и налажење показатеља да ли се при реализацији предложеног концепта, уз подршку хардверског акцелератора, постиже ефикасније процесирање низова података. При томе се подразумева спровођење следећих активности:

1. Реализација упита над подацима уз помоћ WSO2 CEP (WSOP2 је Open Source Technology for Agile Digital Business, CEP – Complex Event Processing) система (или другог CEP система) на Fog уређајима базираним на Raspberry Pi модулима;
2. Оптимизација преноса појединих упита над низовима податка директно на посредни Fog уређај коришћењем алгоритма за процену оптималног оперативног стања система;
3. Провера перформанси Fog уређаја сходно типу упита над низовима података и обиму улазних података;
4. Пројектовање хардверског акцелератора за реализацију упита, коришћењем VHDL језика и провера његове функционалности коришћењем симулатора као што је ModelSim;
5. Извршавање упита на посредном уређају уз подршку FPGA модула како би се провериле перформансе приказаног модела уз коришћење акцелератора.
6. Испитивање потрошње електричне енергије Fog уређаја за различите варијанте процесирања низова података, као и за случај хардверске реализације са додатком FPGA или ASIC модула.

Оквирни садржај докторске дисертације

План истраживања у оквиру ове докторске дисертације могао би да се сагледа кроз следеће кораке:

1. Проучавање библиографских извора о IoT концепту везано за прикупљање сензорских података, њиховом преносу, као и општи принципи процесирања података на Cloud платформи и посредним уређајима;
2. Преглед најновијих истраживања везаних за процесирање низова података, развој Fog рачунарства и примене FPGA модула за развој хардверских акцелератора;
3. Развој модела за пренос активности обраде података на Fog уређаје под оптималним условима у циљу смањења укупног преноса и обраде података;
4. Развој допунског модела који подразумева процесирање података на Fog уређајима који поседују хардверски акцелератор реализованог на бази FPGA/ASIC модула;
5. Испитивање перформанси посредног Fog уређаја базираног на Raspberry Pi модулу за различите типове упита над низовима података;
6. Испитивање перформанси Fog уређаја који поседује хардверски акцелератор на бази FPGA/ASIC модула за различит обим улазних података;
7. Испитивање потрошње електричне енергије посредног Fog уређаја за различите типове упита над низовима података;
8. Анализа утицаја оптималне расподеле процесирања података на оптерећење целокупног система за прикупљање и обраду података који се ослања на Cloud платформу;

9. Упоредна анализа погодности предложеног модела за процесирање податка и других реализација чији се предлози могу пронаћи у доступној литератури;
10. Дефинисање могућих праваца за даље истраживање.

Предложена теза би по својој структури пратила наведени план истраживања. Уводни део би представљао преглед литературе која обухвата тему истраживања, као и стање ове проблематике у свету. Након тога би следио приказ реализованог модела за процесирање низова података на уређајима базираним на Raspberry Pi модулу, а који би били постављени у близини сензорских уређаја односно IoT уређаја. Упити над подацима такође биће релизовани и уз коришћење хардверског акцелератора на бази FPGA модула. У остатку тезе вршила би се анализа перформанси уређаја на коме се извршава модел за процесирање података под различитим оптерећењима и поређење добијених вредности са унапред дефинисаним реализацијама као и осврт на решења која се могу пронаћи у доступној литератури.

3. Образложење теме за израду докторске дисертације које омогућава закључак да је у питању оригинална идеја или оригиналан начин анализирања проблема

Прикупљање велике количине података са различитих сензорских уређаја, код којих се и даље може очекивати тренд раста, имплицира развој система за обраду података који ће одговорити потребама корисника. Развојем Cloud платформи доста је олакшан начин прослеђивања података са сензорских уређаја до система за процесирање и чување података на Интернету. Међутим, услед пораста обима података, да би се редуковао пренос података и добили резултати у реалном времену, потребно је оптимизовати систем за пренос и процесирање података. Начин на који се то може остварити јесте пренос једног дела обраде података са Cloud платформи на ниво ближи сензорским уређајима, при чему се читав тај ниво назива, по опште прихваћеном појму, Fog рачунарство. Пренети део система за процесирање података или низова података на Fog уређаје може бити унапред утврђен и вршити своју функцију сходно условима у којима се налази. Поставља се питање у таквом случају која би била искоришћеност уређаја и да ли је неопходно проширивати FOG платформу са новим уређајима или на неки други начин узбрзати процесирање података како би се одговорило на повећане захтеве обраде или повећан интезитет података који се прикупљају.

У овом предлогу теме приказан је оригинални приступ динамичког преноса функција система за обраду низова података на Fog уређаје, сходно заузетостима ресурса. Одређене функције система за обраду могу се квантификовати у погледу ресурса које заузимају тако да се у току рада надгледањем ресурса Fog уређаја могу доносити одлуке да ли нова функција за обраду података може бити пренета са Cloud платформе на Fog уређај, а да се при томе не пређу параметри који одређују оптимални рад система. Са друге стране да би се поспешила бржа обрада података у оквиру Fog платформе уводе се хардверски акцелератори на бази FPGA/ASIC модула. И у тој варијанти могу се посматрати оптерећеност система кроз заузетости ресурса и тако утврдити потенцијално најпогоднији обим функција система за процесирање података који се могу пренети на Fog платформе са додатком хардверског акцелератора. У случају да један Fog уређај или више њих не могу да испуне оптималне услове рада додају се нови уређаји, али сходно динамичком оптерећењу, тако да се на тај начин врши и дистрибуција процесирања података на више уређаја.

Приказани спој софтверског система за надгледање ресурса и пренос процесирања података са једне стране и хардверског акцелератора као додаток обради података са друге стране представља оригиналну идеју у оптимизацији система за пренос и процесирање података са сензорских уређаја.

4. Усклађеност дефиниције предмета истраживања, основних појмова, предложене хипотезе, извора података, метода анализе са критеријумима науке уз поштовање научних принципа у изради коначне верзије докторске дисертације

На основу достављене пријаве теме докторске дисертације, може се закључити да ће кандидат Душан Марковић у свом истраживању спровести све критеријуме науке сходно светским стандардима научно-истраживачког рада. Користећи научну и стручну терминологију дефинисао је предмет истраживања, основне појмове, предложене хипотезе, изворе података и методе анализе и ускладио их са критеријумима науке уз поштовање научних принципа. Приказана литература на коју се надовезује истраживање кандидата обухвата наслове који указују да је детаљно проучавао актуелне теме у реализацији Fog рачунарства, система за обраду низова података и примену хардверских акцелератора базираним на FPGA/ASIC модулима. Примена наведених метода анализе пружа могућност остваривања циља дисертације који се сагледава кроз нови принцип оптимизације система за пренос и прикупљање података. Очекује се да ће предложени, оптимизовани систем бити тестиран и верификован тако да ће бити испоштовани сви научни принципи у изради коначне верзије докторске дисертације.

5. Преглед научно-истраживачког рада кандидата

Кратка биографија кандидата

Душан Марковић је рођен у Чачку 3. децембра 1982. године. Основну школу и средњу Техничку школу у Чачку завршио са одличним успехом.

Основне студије уписао је 2001. године на Техничком факултету у Чачку (Факултет техничких наука), смер Рачунарска техника у трајању од десет семестара. Студије је завршио 2006. године са просечном оценом 8,41 и стекао звање дипломирани инжењер електротехнике за рачунарску технику.

Докторске студије уписао је на Факултету техничких наука у Чачку Универзитета у Крагујевцу, на смеру Електротехничко и рачунарско инжењерство модул Рачунарска техника, 2014. године.

Од 2008. године ради на Агрономском факултету у Чачку, прво на пословима информатичара, а 2009. години изабран је у звање сарадник у настави за ужу научну област: Математичко – статистичка област, а након тога 2011. године изабран је у звање асистент, за исту ужу научну област у оквиру које изводи наставу из предмета Информатика. Истовремено обавља послове и руководиоца Рачунског центра Агрономског факултета.

Од 2012. до 2018. године био је члан Савета Агрономског факултета у Чачку. Такође, био је члан организационог одбора Смотре научних радова студената агрономије са међународним учешћем која се организује сваке друге године на Агрономском факултету у Чачку.

За потребе Факултета бавио се одржавањем рачунарских мрежа, сервера, као и применом WEB технологија. У протеклом периоду пружао је информатичку подршку многим активностима које су се одвијале на Факултету. Сфера интересовања кандидата је развој софтверских решења и платформи за примену рачунарства у области пољопривреде. Служи се енглеским језиком.

Учешће на пројектима:

- Учесник је на пројекту Технолошког развоја под називом: „Развој и моделовање енергетски ефикасних, адаптабилних, вишепроцесорских и вишесензорских електронских система мале снаге” (ТР32043), Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.
- Учесник је ТЕМПУС пројекта „Изградња капацитета српског образовања у области пољопривреде ради повезивања са друштвом, CaSA” (TEMPUS PROJECT: Building Capacity of Serbian Agricultural Education to link with Society, CaSA, 544072-TEMPUS-1-2013-1-RS-TEMPUS-SMHES (2013 – 4604 /001-001);).

Кандидат има објављено, као први аутор или коаутор, више радова на међународним и домаћим конференцијама као и више радова у часописима националног значаја.

Објављени радови

Радови саопштени на међународном научном скупу – М33

1. **Marković, D.**, Pešović, U., Jovanović, Ž., and Randić, S., “Monitoring system for analysis of solar energy potencial in locations intended for wsn nodes,” in *Proceedings of International Scientific Conference UNITECH*, Gabrovo, Technical Faculty, Bulgaria, 2011, ISSN: 1313-230X.
2. Pešović, U., **Marković, D.**, Jovanović, Ž., and Randić, S., “System for thermal comfort monitoring in working and living environment,” *International scientific conference on information, communication and energy systems and technology, Proceedings of ICEST 2012*, Veliko Trnovo, Bulgaria, pp. 2012, pp. 331-334, ISBN: 978-619-167-002-4.
3. Tanasković, S., Pešović, U., Randić, S., **Marković, D.**, and Milenković, S., “New possibilities for monitoring the flight phenology of raspberry cane midge *Resseliella theobaldi* Barnes by pheromon traps in Serbia,” *Conference: IOBC/WPRS, At Bursa, Turkey*, 2012, pp. 63-64, ISBN: 978-92-9067-279-1.
4. Pešović, U., Jovanović, Ž., Randić, S., and **Marković, D.**, “Benchmarking performance and energy efficiency of microprocessors for wireless sensor network applications,” *MIPRO Opatija Hrvatska, MIPRO Croatian Society*, 2012, pp. 743-747, ISBN: 978-1-4673-2577-6.
5. **Markovic, D.**, Pesovic, U., and Randjic, S., “Estimation of solar radiation intensity based on GPS and cloud conditions using mobile application,” *International scientific conference UNITECH 2013*, Gabrovo, Bulgaria, 2013, pp. I-131-136, ISSN: 1313-230X.
6. Vujičić, D., **Marković, D.**, Milošević, D., Đukić, S., and Randić, S., “Modeling the influence of synthesis parameters and thermal effects on magnetic properties of pressed powder system $\text{Fe}_x\text{O}_y\text{BaTiO}_3$,” *YUCOMAT 2015*, 31. avgust - 4. septembar, Herceg Novi, Montenegro, 2015, P.S.A.15, ISBN: 978-86-919111-0-2.
7. **Marković, D.**, Vujičić, D., Jovanović, Ž., Pešović, U., Randić, S., and Jagodić, D., “Concept of IoT system for monitoring conditions of thermal comfort,” in *Proceedings of International Scientific Conference UNITECH 2016*, новембар 2016, Gabrovo, Bulgaria, 2016, pp. II-360-365, ISSN: 1313-230X.
8. Vujičić, D., Pavlović, R., Jagodić, D., Pešović, U., **Marković, D.**, and Randić, S., “An attitude determination system based on inertial measurement unit,” in *Proceedings of International Scientific Conference UNITECH 2016*, новембар 2016, Gabrovo, Bulgaria, 2016, pp. I-281-286, ISSN: 1313-230X.
9. Vujičić, D., **Marković, D.**, Đorđević, B., and Randić, S., “Benchmarking performance of ext4, xfs, and btrfs as guest file systems under Linux environment,” In *Proceedings of 3rd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETRAN 2016*, Zlatibor, Serbia, June 13-16, 2016, pp. RT11.3, ISBN: 978-86-7466-618-0. http://etran.etf.rs/index_e.html

Радови у водећим часописима националног значаја – М51

1. **Marković, D.**, Koprivica, R., Pešović, U., Randić, S., Veljković, B., “Nadgledanje solarnih sistema za navodnjavanje,” *Traktori i pogonske mašine*, vol.18, no. 3, pp.112-117, 2013, ISSN: 0354-9496.
2. Koprivica, R., Veljković, B., **Marković, D.**, Božić, M., Bošković, N., “Gubici semena uljane repice i primena digitalnog senzora brzine radi kvalitetnijeg rada kombajne,” *Traktori i pogonske mašine*, vol.18, no. 4, pp. 69-74, 2013, ISSN: 0354-9496.

3. **Marković, D.**, Rakonjac, S., Koprivica, R., Pešović, U., Randić, S., “Nadgledanje mikroklimatskih parametara i regulisanje životnih uslova na farmi,” *Traktori i pogonske mašine*, vol.19, no. 5, pp. 25-30, 2014, ISSN: 0354-9496.
4. Marković, D., Randić, S., Tanasković, S., Gvozdenc, S., “Possibility of monitoring *D.v. virgifera* flight by processing image of phero-traps using Raspberry Pi based devices,” *Acta Agriculturae Serbica*, vol. 22, no. 44, pp. 207-217, 2017, ISSN: 0354-9542.

Радови у истакнутом националном часопису – M52

1. **Marković, D.**, Koprivica, R., Pešović, U., Randić, S., Veljković, B., “Praćenje rada žitnog kombajna postavkom pametnih mernih pretvarača,” *Traktori i pogonske mašine*, vol. 17, no. 5, pp. 27-32, 2012, ISSN: 0354-9496.
2. Randić, S., Pešović, U., **Marković, D.**, Tanasković, S., “Primena informaciono komunikacionih tehnologija u oblasti zaštite biljaka,” *Biljni Lekar*, Novi Sad, vol.40, no. 2-3, pp. 123-132, 2012, ISSN: 0354-6160.
3. **Marković, D.**, Glišić, I., Pešović, U., Randić, S., “Wireless information system for frost detection in orchards,” *Acta Agriculturae Serbica*, vol. XVIII, no. 36, pp. 179-186, 2013, ISSN: 0354-9542.
4. **Marković, D.**, Pavlović, R., Pešović, U., Randić, S., “System for monitoring microclimate conditions in greenhouse,” *Acta Agriculturae Serbica*, vol. XIX, no. 38, pp. 105-114, 2014, ISSN: 0354-9542.
5. Pešović, U., Đurašević, S., **Marković, D.**, “SMS Shepherd,” *Acta Agriculturae Serbica*, vol. XIX, no. 38, pp. 105-114, 2014, ISSN: 0354-9542.
6. **Marković, D.**, Koprivica, R., Pešović, U., Randić, S., “Application of IoT in monitoring and controlling of agricultural production,” *Acta Agriculturae Serbica*, vol. XX, no. 40, pp. 145-153, 2015, ISSN: 0354-9542.
7. **Marković, D.**, Pešović, U., Đurašević, S., Randić, S., “Decision support system for temperature monitoring in beehives,” *Acta Agriculturae Serbica*, vol. 21, no. 42, pp. 135-144, 2016, ISSN: 0354-9542.
8. Pešović, U., **Marković, D.**, Đurašević, S., Koprivica, R., Randić, S., “Sistem za praćenje kretanja grla u pašnjačkom načinu uzgoja goveda,” *Savremena poljoprivredna tehnika*, vol. 42, no. 1, pp. 11-18, 2016, ISSN: 0350-2953.
9. Marković, D., Koprivica, R., Veljković, B., Pešović, U., Randić, S., “Procesiranje nizova podataka u blizini senzorskih uređaja kod nadgledanja radnih delova kombajna,” *Savremena poljoprivredna tehnika*, vol. 43, no. 1, pp. 1-6, 2017, ISSN: 0350-2953.

Радови у националном часопису - M53

1. **Marković, D.**, Pešović, U., Jovanović, Ž., and Randić S., “Test-Driven Development of IEEE 1451 Transducer Services and Application,” *Telfor Journal*, vol. 4, no. 1, pp. 60-65, 2012, ISSN: 1821-3251.

Радови саопштени на националним научним скуповима – M63

1. **Marković, D.**, Tomić, D., Pešović, U., Randić, S., “Mogućnost primene bežičnih senzorskih mreža u oblasti poljoprivrede,” *XV Savetovanje o biotehnologiji*, Čačak, zbornik radova, vol. 15, 2010, pp. 103-109, ISBN: 978-86-87611-12-2.
2. **Marković, D.**, Jovanović, Ž., Pešović, U., Randić, S., “Primena Test-Driven Development (TDD) tehnike u razvoju aplikacija i servisa pametnog pretvarača,” *19. Telekomunikacioni forum (TELFOR 2011)*, Novembar 22-24, 2011 Beograd, Srbija, pp. 1316-1319, ISBN: 978-1-4577-1498-6.
3. Jovanović, Ž., Pešović, U., Randić, S., **Marković, D.**, Popović, I., “SunSpot u servisno orjentisanim aplikacijama,” *19. Telekomunikacioni forum (TELFOR 2011)*, Novembar 22-24, 2011, Beograd, Srbija, pp. 1281-1284, ISBN: 978-1-4577-1498-6.

4. **Marković, D.**, Tomić, D., Stevović, V., Pešović, U., Randić, S., “Veb servisi u poljoprivredi,” *XVI Savetovanje o biotehnologiji*, Čačak, zbornik radova, vol. 16, 2011, 195-200, ISBN: 978-86-87611-15-3.
5. **Marković, D.**, Pešović, U., Randić, S., “Sistem za monitoring toplotne komfornosti u radnom i životnom prostoru,” *YU INFO 2012*, Kopaonik, zbornik radova, 2012, pp. 406-410, ISBN: 978-86-85525-09-4.
6. **Marković, D.**, Pešović, U. i Randić, S., “Specifikacija TEDS-a kod IEEE 1451.0 pametnih pretvarača,” *20. Telekomunikacioni forum (TELFOR 2012)*, Novembar 20-22, 2012, Beograd, Srbija, pp. 1532–1535, ISBN: 978-1-4673-2982-8.
7. Jovanović, Ž., **Marković, D.**, Pešović, U. i Randić, S., “Određivanje orijentacije SunSpot-a u odnosu na gravitaciju prikupljanjem podataka po 1451 standardu,” *Zbornik radova 56. konferencije ETRAN*, Jun 2012, pp. RT3.3.1-4, ISBN: 978-86-80509-67-9.
8. Pešović, U., Randić, S., **Marković, D.**, “Solarni simulator za testiranje fotonaponskih sistema,” *Zbornik radova 56. konferencije ETRAN*, Jun 2012, pp. MO3.2.1-4, ISBN: 978-86-80509-67-9.
9. **Marković, D.**, Tomić, D., Stevović, V., Pešović, U., Randić, S., “Pretraga nad podacima Semantičkog Web-a,” *XVII Savetovanje o biotehnologiji*, Čačak, zbornik radova, vol. 17, 2012, pp. 541-545, ISBN: 978-86-87611-23-8.
10. **Marković, D.**, Tomić, D., Stevović, V., Pešović, U., Randić, S., “Praćenje intenziteta svetlostnog zračenja u biljnoj proizvodnji,” *XVIII Savetovanje o biotehnologiji*, Čačak, vol. 18, 2013, pp. 353-357, ISBN: 978-86-87611-290.
11. **Marković, D.**, Pešović, U., Randić, S., “Koncept prenosa podataka kod uređaja zasnovanih na CC430F5137 mikrokontroleru prema 1451.0 standardu,” *22 telekomunikacioni forum TELFOR*, Beograd, 2014, pp. 713-716, ISBN: 978-1-4799-6191-7.
12. **Marković, D.**, Tomić, D., Stevović, V., Pešović, U., Randić, S., “Mobilna aplikacija za proračun inteziteta sunčevog zračenja i njena primena u poljoprivredi,” *XIX Savetovanje o biotehnologiji*, Čačak, vol. 19, 2014, pp. 111-116, ISBN: 978-86-87611-31-3.
13. **Marković, D.**, Tomić, D., Stevović, V., Pešović, U., Randić, S., “Primena sensor web koncepta u poljoprivredi,” *XX Savetovanje o biotehnologiji*, Čačak, vol. 20, 2015, pp. 77-82, ISBN: 978-86-87611-35-1.
14. **Marković, D.**, Pešović, U., Randić, S., Jovanović, Ž., “Mobilni sistem za određivanje pozicije životinja na otvorenom ruralnom području,” *Зборник 59. Конференције ETRAN*, 2015, RT4.6.1-6, ISBN: 978-86-80509-72-3.
15. **Marković, D.**, Pešović, U., Randić, S., “Model uređaja sa rfid podrškom za kontrolu pristupa u okviru IoT koncepta,” *Zbornik radova YUINFO*, 2016, pp. 115-119, ISBN: 978-86-85525-17-9.
16. **Marković, D.**, Tomić, D., Tanasković, S., Stevović V., Pešović, U., Randić, S., “IoT sistem za prenos fotografija u cilju određivanja fotosinteze kod biljaka,” *XXI Savetovanje o biotehnologiji*, Čačak, vol. 21, 2016, pp. 217-222, ISBN: 978-86-87611-40-5.
17. **Marković, D.**, Tomić, D., Tanasković, S., Stevović, V., Pešović, U., Randić, S., “Razvoj monitoring sistema u poljoprivredi,” *XXII Savetovanje o biotehnologiji*, Čačak, 2017, pp. 755-760, ISBN: 978-86-87611-48-1.

На основу свега наведеног у претходним тачкама овог извештаја Комисија доноси следећи

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

Душан Марковић, дипломирани инжењер електротехнике за рачунарску технику, испунио је све предвиђене услове за одобрење израде докторске дисертације.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета техничких наука у Чачку Универзитета у Крагујевцу и Већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу да наведену предложену тему за докторску дисертацију:


"ХАРДВЕРСКО - СОФТВЕРСКА ПОДРШКА ПРОЦЕСИРАЊУ НИЗОВА ПОДАТАКА У ОКВИРУ КОНЦЕПТА CLOUD - FOG РАЧУНАРСТВА"

прихвати и одобри њену израду кандидату Душану Марковићу, дипломираном инжењеру електротехнике за рачунарску технику.

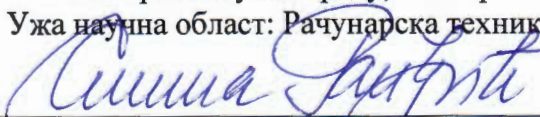
Комисија предлаже да ментор ове докторске дисертације буде проф. др Сениша Ранђић, редовни професор, Факултет техничких наука у Чачку, Универзитет у Крагујевцу.

У Чачку и Београду,
септембра 2018. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

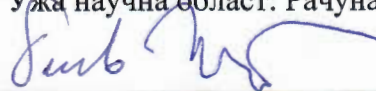


др Јелица Протић, редовни професор, председник
Универзитет у Београду, Електротехнички факултет
Ужа научна област: Рачунарска техника и информатика



др Сениша Ранђић, редовни професор, члан
Универзитет у Крагујевцу, Факултет техничких наука у
Чачку

Ужа научна област: Рачунарска техника



др Борислав Ђорђевић, научни сарадник, члан
Институт „Михајло Пупин“, Београд
Научна област: Техничко-технолошке науке –
електроника, телекомуникације и информационе
технологије