

## НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Зорана Бабовића

Одлуком бр. 5077/11-3 од 22.6.2018. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Зорана Бабовића под насловом

### „Семантичка интеграција сензорских мрежа“

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

Зоран Бабовић је уписао докторске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, смер Рачунарска техника и информатика, у пролећном семестру 2011/2012 године.

26.3.2015. године кандидат је пријавио тему за израду докторске дисертације.

31.3.2015. године Комисија за студије трећег степена разматрала је предлог теме за израду докторске дисертације и предлог Комисије о оцени подобности теме и кандидата упутила Наставно–научном већу на усвајање.

Наставно-научно веће именовало је Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (Одлука бр. 5077/11-1 од 29.4.2015.).

Наставно-научно веће усвојило је Извештај Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (Одлука бр. 5057/11-2 од 10.7.2015. године).

Веће научних области техничких наука дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације (број одлуке 61206-3792/2-15 од 15.9.2015. године).

31.5.2018. године кандидат је предао докторску дисертацију на преглед и оцену.

5.6.2018. године Комисија за студије трећег степена потврдила је испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације.

Наставно-научно веће Факултета именовало је Комисију за преглед и оцену докторске дисертације (број одлуке 5077/11-3 од 22.6.2018. године).

На основу одлуке Наставно–научног већа бр. 545/2 од 13.3.2012. године, Студијски програм је започео у пролећном семестру школске 2011/2012, па се рок за завршетак докторских академских студија рачуна од почетка тог семестра, сагласно Статуту Универзитета у Београду и Статуту Електротехничког факултета. По истеку законског рока за завршетак докторских студија, на захтев студента, одобрено је продужење рока за завршетак студија за два семестра, сагласно Статуту Универзитета у Београду и Статуту Електротехничког факултета.

## 1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација Зорана Бабовића припада научној области Техничке науке – Електротехника и рачунарство и ужој научној области Рачунарска техника и информатика, за коју је Електротехнички факултет у Београду матичан.

Ментор докторске дисертације је Вељко Милутиновић, редовни професор у пензији Електротехничког факултета у Београду. Професор Милутиновић је Fellow of the IEEE, члан Academia Europaea и аутор и коаутор више од 70 научних радова у страним стручним часописима и преко 20 стручних књига објављених од стране водећих страних издавачких кућа из области архитектуре и организације рачунарских система, сензорских мрежа и других.

## 1.3. Биографски подаци о кандидату

Зоран Бабовић је рођен 14.09.1973. године у Лазаревцу. Основне студије је завршио на Електротехничком факултету у Београду, смер Рачунарска техника и информатика, са просечном оценом 8,07 (осам и 7 од 100) и просеком оцена 8,65 из предмета са Катедре за рачунарску технику и информатику, одбранивши дипломски рад на тему: “МПЕГ 1-2 Мултиплексер” код професора Вељка Милутиновића. Докторске студије је уписао школске 2011/2012. године на модулу Рачунарска техника и информатика и положио је све испите предвиђене Наставним планом и програмом модула са просечном оценом 10. Поред испита, кандидат је обавио и два студијска истраживачка рада и један научно-стручни рад, што је предвиђено планом докторских студија. Од 2006. године запослен је као истраживач приправник у Иновационом центру Електротехничког факултета Универзитета у Београду, а у јуну 2016. године је изабран у звање истраживач-сарадник од стране Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду. Од 2011. до данас је ангажован на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја, „ИИИ44006: Развој нових информационо-комуникационих технологија коришћењем напредних математичких метода, са применама у медицини, енергетици, е-Управи, телекомуникацијама и заштити националне баштине“ у склопу потпројекта „Развој интелигентних система базираних на дата мајнинг стратегијама“.

Зоран Бабовић је научно-истраживачко искуство започео 2003. године у сарадњи са немачким институтом IPSI Fraunhofer на пројектима у области мултимедије. Даље искуство

је стекао учествовањем у пет пројеката финансираним од стране Европске комисије у оквиру шестог и седмог оквирног програма (FP6 и FP7) у периоду од 2007. до 2013. године и то: FP7 #288076 *BALCON*, FP7 #205494 *ProSense*, FP7 #224297 *ARTreat*, FP7 *HiPEAC* и FP6 #045472 *We-Go*. Такође је учествовао на пет иновационих пројеката финансираним од Министарства за просвету, науку и технолошки развој (МПНТР) Републике Србије, као члан тима или као водећи истраживач такође у истом периоду. Пројекти су реализовани на Електротехничком факултету Универзитета у Београду или у Иновационом центру Електротехничког факултета. Пројекти припадају области сензорских мрежа, архитектуре рачунара, проналажења скривеног знања и електронске управе.

Такође, поседује и значајно искуство рада на комерцијалним софтверским пројектима реализованим за међународне компаније као што су StorageTek и DowJones из САД, као и Maxeler Technologies и Finsoft из Енглеске.

Први је аутор на два научна рада објављена у часописима са импакт фактором у категоријама M21 и M23, а такође је коаутор у још два рада објављених у часописима категорије M23, затим два рада у часопису од националног значаја категорије M53, шест радова објављених на међународним и домаћим конференцијама категорије M33 и M63. Такође, коаутор је три поглавља у научним монографијама издатих од издавача Springer категорије M14/M15. Учествовао је у изради три техничка решења, категорије M82 и M83. Члан је међународног удружења инжењера електротехнике IEEE од 2013. године.

## 2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

### 2.1. Садржај дисертације

Дисертација је написана на српском језику, ћириличним писмом, садржи 164 стране, 33 слике, 15 табела и 164 библиографске референце. Састоји се од насловне стране на српском и енглеском језику, стране са информацијама о ментору и члановима комисије, захвалнице, кратког резимеа на српском и енглеском језику, садржаја, списка слика, слика табела, списка скраћеница и 6 поглавља:

1. Увод,
2. Преглед технологија сензорских мрежа и семантичких Web технологија,
3. Генеричке архитектуре за интеграцију сензорских мрежа и њихове перформансе,
4. Класификација постојећих решења са семантички заснованом интеграцијом сензорских мрежа,
5. Предлог архитектуре за семантичку интеграцију сензорских мрежа,
6. Закључак

Дисертација такође садржи и прилог, списак коришћене литературе, биографију аутора, изјаву о ауторству, изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу.

### 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Уводно поглавље даје основне информације о технологији сензорских мрежа, визији Интернета ствари (Internet of Things - IoT) и потенцијалним доменама употребе сензорских апликација. Ту се идентификује кључни проблем који је тема дисертације, а то је доминантност вертикалних решења код сензорских (IoT) апликација, које онемогућавају већу распрострањеност и лакшу доступност сензорских података и апликација на Интернету. Затим се уводи појам семантичких сензорских мрежа и потенцијално решење интеграције

сензорских мрежа путем коришћења семантичких Web технологија и додавања контекстуалних информација сензорским подацима. Затим се наводе кључне информације зашто је проблем интеграције сензорских мрежа актуелан и зашто у будућности расте потреба за његовим решавањем.

У другом поглављу је дат преглед кључних технологија неопходних за разумевање области семантичке интеграције сензорских мрежа. Преглед укључује технологију бежичних сензорских мрежа, њихову комуникациону инфраструктуру базирану на ОСИ моделу, комуникационе протоколе и стандарде и кратак опис најпопуларнијих оперативних система које извршавају сензорски чворови. У наставку поглавље садржи опис кључних семантичких Web технологија, а то су RDF модел за представљање семантичких података, OWL и RDFS језике за опис онтологија и језик SPARQL за креирање упита над семантичким подацима. На крају поглавља, дат је опис принципа парадигме Linked Data и Linked Sensor Data.

Треће поглавље анализира генеричке архитектуре за интеграцију сензорских мрежа. Најпре су дати описи модела интеракције клијент-сервер, протокола IoT апликативног слоја за размену порука и начини кодовања порука. Издвојена су три типа архитектуре за интеграцију сензорских мрежа и то на бази пропусног уређаја, брокера порука и IoT платформи за интеграцију, са семантичким и несемантичким приступом. У наставку је дата евалуација перформанси генеричких архитектура за прве две идентификоване организације, у циљу процене могућности примене датих архитектура и њихове скалабилности. За евалуацију перформанси, коришћена је тест апликација за симулацију случајева употребе у апликацијама за рад у реалном времену анализом утицаја појединих пројектних параметара на остварена кашњења и брзине протока порука са датим архитектурама.

Четврто поглавље обухвата класификацију и анализу постојећих решења за семантичку интеграцију сензорских мрежа. Најпре су дати изазови и проблеми који се намећу пред једну такву архитектуру и типичне функционалности које поседују. Дата класификација идентификује две групе приступа са решењима оријентисаним ка сензорским мрежама и апликативно-оријентисаним приступима, а свака од ових група даље садржи по четири приступа. Дато је стабло класификације и наведени типични представници за сваку групу уз опис предности и недостатака за сваки од идентификованих приступа.

У петом поглављу је изложен предлог архитектуре за семантичку интеграцију сензорских мрежа, која полази од захтева креираних на основу недостатака постојећих решења датих у претходном поглављу. Предложена архитектура примарно припада групи приступа оријентисаним ка бази података и заснива се на дистрибуираном RDF складишту уз примену принципа реализованих у дистрибуираним апликацијама Интернет размера. Изложена су кључна пројектантска решења, уз дискусију по питању примене таквог решења за област семантичких сензорских података. Дат је опис кључних компоненти RDF складишта, начин индексирања и дистрибуције RDF тројки, структура кључева за хеш табеле, пратеће структуре за чување статистике дистрибуираности података и процену селективности упита, алгоритам креирања плана извршавања семантичких SPARQL упита, структуре података за чување међурезултата извршавања упита, техника редукције графа код смештања сензорских опажања и технике складиштења и претраживања вредности мерења, временских и просторних података. На крају поглавља су дати резултати мерења извршавања упита дохватања сензорских података са вредносним, временским и просторним параметрима, код тестног скупа сензорских података генерисаних у метеролошким станицама у САД за време урагана.

Шесто поглавље садржи закључак и преглед доприноса докторске дисертације. Такође, дати су правци даљег истраживања у овој области, односно потенцијална унапређења предложеног решења.

### 3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

#### 3.1. Савременост и оригиналност

Предмет истраживања ове дисертације су архитектуре за интеграцију сензорских мрежа, посебно оних које се заснивају на семантици података. Тема припада сада веома актуелној иницијативи и визији IoT која обухвата широк спектар истраживања како у технолошком, тако и у другим доменима. Оцене иду да уз вештачку интелигенцију, IoT је једна од области од које се највише очекује у будућности да ће својим напретком утицати на људску делатност. Због тога је управо IoT једна од области у коју се тренутно улаже највише напора у погледу научно-истраживачког рада, посебно у оквиру истраживачких пројеката Европске комисије.

Истраживања у области РДФ складишта података су веома интензивна, али практично сви приступи су фокусирани на статичке податке, јер се претпоставља рад са тзв. повезаним подацима (Linked Data). У овој дисертацији је реализована архитектура која се фокусира на динамичност семантичких података, претпостављајући њихово интензивно генерисање у реалном времену, што је значајна новина у односу на постојеће приступе. То је резултирало низом нових техника индексирања графовског модела података, стратегије дистрибуције података по рачунарским чворовима на основу предиката и алгоритама плана извршавања семантичких упита за постизање жељених перформанси. Такође, извршена је анализа информационог модела у оквиру стандардних сензорских онтологија, како би се направила оптимизација складиштења, што је реализовано кроз редукуцију графа сензорских читавања.

#### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У оквиру дисертације коришћена је литература која броји 162 библиографске јединице из више области. Референце [1]-[8] обухватају научне радове који обрађују технологије и апликативне домene примене у области Internet of Things, референце [9]-[12] обухватају основне семантичке Web технологије, референце [13]-[17] дају преглед тренутно актуелних пројеката и истраживања у области IoT и анализу и пројекције раста у будућности, референце [18]-[34] укључују кључне технологије сензорских мрежа, [35]-[49] покривају разне семантичке Web технологије, [50]-[85] адресирају IoT апликативне протоколе, технике кодовања порука, клијент-сервер комуникационе протоколе, [86]-[92] се баве сензорским и другим онтологијама, [93]-[131] референцирају постојећа решења за семантичку интеграцију сензорских мрежа уз неке специфичне коришћене технологије у њима и коначно [132]-[164] се баве дистрибуираним складиштима, решењима за РДФ складиштење података, оптимизацијом извршавања упита, вишедимензионалним индексима и слично.

Списак литературе коју је кандидат навео показује да је извршио детаљну и свеобухватну анализу из више области које се односе на предмет рада. Наведена литература обухвата разне врсте научних резултата попут оригиналних истраживачких радова из водећих часописа и конференција, прегледне научне радове и изворе са Интернет страница.

#### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Током истраживања спроведеног у оквиру ове докторске дисертације, примењени су следећи научни методи:

- Анализа постојећих архитектура и идентификовање генеричких архитектура генерализацијом постојећих приступа за интеграцију сензорских мрежа.
- Креирање аналитичког модела за анализу утицаја на компоненте времена преноса порука услед избора комуникационог протокола и технике кодовања порука.
- Креирање симулационог окружења за мерење времена преноса порука уз конфигурабилно мењање параметара преноса.
- Преглед и анализа постојећих решења за семантичку интеграцију сензорских мрежа увођењем критеријума класификације ради идентификовања кључних истраживачких приступа. На основу недостатака постојећих приступа уз анализу најбољих приступа у сродним областима, креирани су захтеви за нову архитектуру.
- Имплементација алгоритама и структура података на основу анализе природе података и информационог модела дефинисаног у сензорским онтологијама. Реализовано је прототипско софтверско решење у програмском језику Јава.
- Евалуација перформанси реализованог РДФ складишта, мерењем одзива извршавања упита у најчешћим случајевима коришћења.

Наведени поступци у основи припадају и теоријским и експерименталним истраживањима, па у потпуности одговарају проблему и постављеним циљу дисертације.

#### 3.4. Применљивост остварених резултата

Ни након многих пројеката у области семантичких сензорских мрежа, још нису постигнути значајни резултати, а да су широко прихваћени у пракси, јер је било тешко постићи ефикасну архитектуру која ће да подржи разне модалитете сензорских података, испунити захтеве скалабилности због великог броја провајдера сензорских читавања, подржати обраду токова сензорских података и сензорске податке из прошлости. То је довело до веће распрострањености једноставнијих архитектура за интеграцију сензорских мрежа на бази система за пренос порука, које одликују добре перформансе, али слаба интероперабилност.

Резултат ове дисертације управо адресира највећи недостатак постојећих решења за семантичку интеграцију сензорских мрежа, а то је недостатак перформанси у условима складиштења и манипулисања са огромном количином семантичких сензорских података у реалном времену. Тиме су спојене добре особине два типа постојећих решења: први тип решења која су фокусирана на статичке сензорске податке и служе за обраду и анализу већ прикупљених података, без могућности обраде у реалном времену и други тип решења које врше обраду токова сензорских података у реалном времену, али без могућности ефикасног складиштења и процесирања података из прошлости и проналажење везе између нових и историјских сензорских података. Стога је резултат ове дисертације применљив у реалним ситуацијама, као платформа на којој ће се надограђивати IoT апликације из разних домена попут здравствене заштите, надгледања животне средине, реализације интелигентног животног окружења као што су паметни градови и паметне зграде, побољшање енергетске ефикасности, интелигентна контрола саобраћаја итд. Предложена архитектура се ослања на стандардне семантичке Web технологије тако да је лако интегрисана са другим решењима која користе сличне технологије, односно друге апликације могу преко стандардног интерфејса и формата порука да интерагују са њом.

#### 3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Ова дисертација је направила искорак у правцу примене која покрива широк сегмент технологија, укључујући анализу перформанси архитектура на основу комуникационих

модела интеракције, анализу информационог онтолошког модела за описивање сензорског домена, до пројектовања оптимизованог система за дистрибуирано управљање семантичким сензорским подацима, што припада области пројектовања база података. Кандидат је најпре идентификовао кључне генеричке архитектуре за интеграцију сензорских мрежа, креирао симулационо окружење и извршио евалуацију перформанси. Затим је успешно идентификовао и класификовао кључне приступе у постојећим решењима за семантичку интеграцију сензорских мрежа и њихове недостатке на основу чега је предложио нову оригиналну архитектуру применом низа иновативних решења и алгоритама. Показано је да резултати дисертације имају потенцијал за примену у реалним апликацијама. Методе истраживања су релевантне и иновативне. Остварени доприноси су оригинални и потврђују способност кандидата за научно-истраживачки рад. На основу свега наведеног, комисија сматра да је кандидат показао висок степен способности за самосталан научни рад.

## 4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни доприноси ове докторске дисертације су следећи:

- Спроведена је класификација и анализа генеричких архитектура за интеграцију сензорских мрежа.
- Извршена је анализа утицаја избора модела интеракције, начина кодовања података и IoT апликативних протокола преноса порука, на перформансе генеричких архитектура за интеграцију сензорских мрежа у симулационом окружењу.
- Извршена је класификација и анализа предности и недостатака постојећих решења за семантичку интеграцију сензорских мрежа.
- Развијен начин организације индекса RDF тројки организованог преко предиката што је омогућило примену стратегије дистрибуције RDF тројки ка рачунарским чворовима, а даље и примену хетерогених RDF складишта за различите предикате.
- Развијена је техника редукције графа семантичких сензорских опажања базираних на SSN и O&M-OWL онтологији ради компактнијег смештања RDF тројки и ефикаснијег извршавања SPARQL упита.
- Развијен је оригиналан алгоритам плана извршавања SPARQL упита на основу одржавања статистике дистрибуције субјеката и објеката по предикатима, уз креирање пратећих структура за чување међурезултата резултата извршавања упита.
- Развијено је складиште са вишедимензионалним индексом за временско-вредносне податке сензорских опажања.

### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Увидом у дисертацију, полазне хипотезе, реализоване одлуке и добијене резултате, Комисија констатује да је кандидат успешно одговорио на постављене изазове и да резултати оправдавају почетна очекивања. Извршена је анализа перформанси неколико генеричких архитектура где су на свеобухватан начин анализирани перформансе расположивих IoT апликативним протоколима, што је од стране истраживачке заједнице већ било препознато као недостатак у области. Затим је извршена класификација и анализа постојећих решења за семантичку интеграцију сензорских мрежа, што је такође јединствен подухват. Предложена архитектура на бази дистрибуираног РДФ складишта за подршку обраде динамичких семантичких сензорских података је јединствен спој дистрибуираног РДФ складишта високих перформанси коришћењем оптимизације чувања података на основу анализе информационог модела сензорске онтологије. У оквиру РДФ складишта је развијено низ

нових техника и то: креирање индекса на основу предиката што омогућује коришћење хетерогених складишта за семантичке податке, редукција графа сензорских читавања, алгоритам плана извршавања SPARQL упита, вишедимензионални индекс за временско-вредносне податке. Особине приступа у овој дисертацији чине га јединственим у односу на остале приступе публиковане у отворених литератури у области семантичке интеграције сензорских мрежа.

Резултати ове дисертације могу бити коришћени за развој низа IoT сервиса и апликација у разним доменима. У ширем смислу, генерализацијом приступа реализованих алгоритма и техника редукције графа, могуће је остварити примену у области обраде графовски организованих података, што је данас такође предмет веома интензивног истраживања због примене у области база података, друштвених мрежа, бежичних сензорских мрежа итд.

#### 4.3. Верификација научних доприноса

##### Категорија M21:

1. Zoran Babovic, Jelica Protic, Veljko Milutinovic, "Web Performance Evaluation for Internet of Things Applications", *IEEE Access*, Vol. 4, pp. 6974 - 6992, ISSN: 2169-3536, DOI: 10.1109/ACCESS.2016.2615181, 2016. (IF 2016 = 3,244) (M21).

##### Категорија M23:

2. Zoran Babovic, Veljko Milutinovic, "Novel System Architectures for Semantic Based Integration of Sensor Networks", *Advances in Computers*, Volume 90, pp. 91-183, 2013. ISSN=0065-2458, DOI:10.1016/B978-0-12-408091-1.00002-6. (IF 2013=0,489) (M23).

##### Категорија M15:

3. V. Milutinovic, M. Kotlar, M. Stojanovic, I. Dundic, N. Trifunovic, Zoran Babovic, "DataFlow Systems: From Their Origins to Future Applications in Data Analytics, Deep Learning, and the Internet of Things," In *DataFlow Supercomputing Essentials, Algorithms, Applications and Implementations*, Springer, pp. 127 - 148, issn: 1617-7975, doi: 10.1007/978-3-319-66125-4\_5, isbn: 978-3-319-66124-7, 2017. (M15)

##### Категорија M33:

4. Vukasinovic I., Rakocevic G., Babovic Z., "A Survey on the Use of Mobile Agents in Wireless Sensor Networks", 2012 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT), Greece, Athens, 19-21 March 2012. (M33)
5. Babovic Z., Jelic S., Milutinovic Z., "An Architecture for Semantic Sensor Networks Integration", X International Conference ETAI 2011, Ohrid, Macedonia, 16-20. September 2011. (M33)

##### Категорија M63:

6. Savic, E., Potic, J., Babovic, Z., Rakocevic G., Strineka, V., Milutinovic, V., "Sensor Nets and Data Mining in Medical Applications", YUINFO2011, Kopaonik, Serbia, March 2011. (M63)

##### Техничко решење - Категорија M82:

7. Babović Z., Novaković M., Mijatović D., Rakočević G., Korolija N., Furlan B., prof. Milutiovic V., "Softver za nadgledanje rada i podršku sistema daljinskog grejanja", 2013 (M82- Novi proizvod).



## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

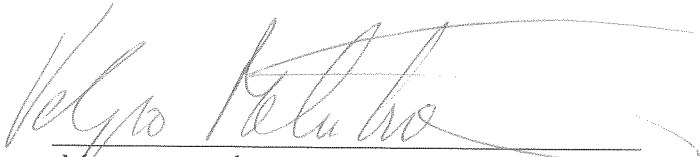
Комисија констатује да дисертација кандидата Зорана Бабовића испуњава све законске, суштинске и формалне услове предвиђене Законом о високом образовању и Статутом и Правилником о докторским студијама Електротехничког факултета у Београду.


Дисертација се бави проблемом интеграције сензорских мрежа, специфично архитектурама заснованим на семантичким технологијама, као значајним и актуелним питањем у области Интернета Ствари и генерално сензорских апликација. Кандидат Зоран Бабовић је у оквиру докторске дисертације извршио детаљну анализу постојећих решења, њихових предности и недостатака и формулисао захтеве за архитектуру у циљу превазилажења тих недостатака. Предложена архитектура заснована на дистрибуираном РДФ складишту за управљање семантичким сензорским подацима решава постављене захтеве и представља суштински напредак у решавању проблема интеграције сензорских мрежа. Применом те архитектуре омогућава се ефикасан развој сензорских (IoT) апликација, ефикасније проналажење жељених података из разнородних сензорских мрежа повезаних на Интернет и тиме се омогућава лакши и бржи развој нових интелигентних сервиса који треба да омогуће бољи увид у параметре животне средине и ствари из окружења.

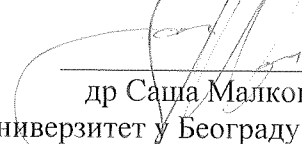
Имајући у виду наведено, предлажемо Наставно-научном већу Електротехничког факултета у Универзитета у Београду да се докторска дисертација под називом „Семантичка интеграција сензорских мрежа“ кандидата Зорана Бабовића прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 28.06.2018. године

### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

  
др Вељко Милутиновић, редовни професор у пензији  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

  
др Јелица Протић, редовни професор  
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

  
др Саша Малков, ванредни професор  
Универзитет у Београду – Математички факултет