

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Јоване Вулета-Радоичић

Одлуком 962/3 бр. од 28.4.2016. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Јоване Вулета-Радоичић под насловом

„Управљање мрежним услугама и ресурсима у федеративним мрежним окружењима“

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

Јована Вулета-Радоичић је 20.9.2010. године стекла звање магистра електротехничких наука за област Софтверски системи одбраном магистарског рада „Развој болничког информационог система применом вишеслојне архитектуре“ на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Пријавила је тему за израду докторске дисертације 28.5.2015. Комисија за студије трећег степена разматрала је предлог теме за израду докторске дисертације и предлог Комисије о оцени подобности теме и кандидата упутила Наставно – научно већу на усвајање године 4.6.2015. године. Наставно-научно веће именovalo је Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (Одлука бр. 962/1 од 30.6.2015.). Наставно-научно веће је усвојило Извештај Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (Одлука бр 962/2) 10.7.2015. године. Веће научних области техничких наука дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације (број одлуке 61206-3773/2-15 од 15.9.2015. године) „Управљање мрежним услугама и ресурсима у федеративним мрежним окружењима“.

Кандидаткиња је предала докторску урађену дисертацију на преглед и оцену 7.4.2016. године, а 12.4.2016. 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 именovalo је Комисију за преглед и оцену докторске дисертације (број одлуке 962/3 од 28.4.2016. године) у саставу који је наведен на крају овог извештаја.

1.2. Научна област дисертације

Ова докторска дисертација припада области Техничких наука – Електротехника, а ужа научна област је Рачунарска техника и информатика за коју је Електротехнички факултет у Београду матичан. За ментора је одређен др Зоран Јовановић, редовни професор. Он је изабран за редовног професора за област Рачунарска техника и информатика и његов научно истраживачки рад и његови публиковани радови га квалификују за ментора из те области.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Јована Вулета-Радоичић је рођена 27.7.1976. године Београду. Математичку гимназију „Вељко Влаховић“ је завршила 1995. године, Електротехнички факултет Универзитета у Београду је уписала школске 1995./96. године, завршила га 2003. године са просечном оценом током студија 9.10 и оценом 10 на дипломском раду „Окружење за моделовање управљања пословима“. Школске 2003./04. године је уписала постдипломске студије на Електротехничком факултету, положила све испите са просечном оценом 10 и 2010. године стекла звање магистра електротехничких наука за област Софтверски системи одбраном магистарског рада „Развој болничког информационог система применом вишеслојне архитектуре“ под менторством професора др Зорана Јовановића. Стипендиста Фондације за развој научног и уметничког подмлатка Министарства науке је постала почетком школске 1996./97. године, а стипендиста Фондације за студије наука и уметности Српске академије наука и уметности неколико месеци након тога. На Дан Универзитета у Београду 2000. године је добила награду Београдске банке као најбољи студент четврте године Електротехничког факултета. Исте године је добила и једнократну стипендију „За генерацију која обећава“ Краљевске норвешке амбасаде.

Од јануара 2004. године до данас је запослена у Рачунарском центру Универзитета у Београду (РЦУБ) као инжењер за информатичку подршку. Као члан екипе за информационе системе, учествовала је у изради више пројеката из области информационих система и Web развоја.

Учествовала је на два ФП7 пројекта, два Х2020 пројекта, два ТЕМПУС пројекта, једном дугорочном пројекту Министарства за науку, технологију и развој и једном дугорочном пројекту Министарства здравља.

Коаутор је једног рада у међународном часопису, четири рада на међународним конференцијама и једног рада у часопису националног значаја.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

Докторска дисертација Јоване Вулета-Радоичић написана је на 170 страна. На почетку се налазе насловна страна, кратак резиме на српском и енглеском језику и садржај. Сам текст рада садржи 8 поглавља и преглед коришћене литературе. Поглавља су организована у следећем редоследу: Увод, Федеративна мрежна окружења, Мрежне услуге и ресурси у федеративним мрежним окружењима, Аутоматизација пружања услуге у лабаво спрегнутој федерацији, Аутоматизација конфигурације и активације вишедоменске услуге, Систем за контролу права приступа федеративним ресурсима, демонстрација примене *ECAPBACF* платформе, и Закључак. У саставу дисертације налази се прилог у ком су приказани пратећи материјали настали током израде тезе као што су упутства за инсталацију и конфигурацију и слично. На крају дисертације су биографија ауторке и обавезне изјаве.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Уводно поглавље докторске дисертације даје опис проблема управљања вишедоменским сервисима, преглед приступа проблему управљања вишедоменским сервисима и ресурсима у научној литератури и опис научних доприноса докторске дисертације.

Друго поглавље уводи дефиницију федерације и класификацију федеративних мрежних окружења. Приказане су и две различито организоване федерације у европској академској средини.

Треће поглавље објашњава мрежне услуге и ресурсе у федеративним мрежним окружењима. Описани су приступи управљању вишедоменским услугама и дата је анализа пословних процеса у федеративним мрежним окружењима. На основу декомпозиције процеса пружања вишедоменске услуге идентификоване су кључне поруке за управљање вишедоменским услугама. Од начина реализације ових порука зависи степен аутоматизације пружања вишедоменских мрежних услуга. У овом поглављу је уочен кључни конфликт: уколико домени задрже потпуну контролу над својим ресурсима, у општем случају потпуна аутоматизација оперативних активности при управљању вишедоменским услугама није могућа јер се команде из удаљених домена које теже да управљају ресурсима у датом домену сматрају угрожавањем аутономије домена.

У четвртном поглављу је приказан оригинални систем за аутоматизацију међудоменске интеракције коришћењем *Trouble ticket* система, који представља једно решење, а уједно и највиши могући степен аутоматизације вишедоменских мрежних услуга, а укључује и интервенцију људских оператера. Описана је архитектура система, идентификоване потребне функционалности *Trouble ticket* система, дефинисан модел података федеративног тикета и размотрени могући начини комуникације компонената унутар домена и интерконеције *Trouble ticket* система у Федеративни *Trouble ticket* систем (ФТТС). На крају поглавља су дати имплементациони детаљи и пример.

У петом поглављу је описан концепт децентрализованог дистрибуираног система који омогућава потпуну аутоматизацију успостављања вишедоменске услуге, без учешћа људи у ланцу, у специјалним случајевима када је семантика услуге јасна и прецизно дефинисана. На основу анализе процеса успостављања вишедоменске путање, размене способности домена да учествују у инстанци вишедоменске услуге и контроле права приступа ресурсима које домен може уступити федерацији (федеративним ресурсима) идентификоване су кључне оперативне активности потребне за аутоматизацију успостављања вишедоменске услуге. Оглашене способности домена се користе у процесу дизајна инстанце вишедоменске услуге. Дефинисан је минимални модел података потребан да би се описали вишедоменска услуга, федеративни ресурси и скуп ограничења које домен поставља према другим учесницима федерације. Детектовани су основни технолошки предуслови за реализацију оваквог система који су описани у наредним поглављима

Неопходан предуслов аутоматизације успостављања вишедоменске услуге је систем за контролу права приступа који омогућава грануларну спецификацију правила, ограничења и услова под којим ресурс може бити коришћен за успостављање вишедоменске мрежне услуге. Такав систем спада у реализацију *Policy-Based Management* парадигме, па је у шестом поглављу дата компаративна анализа постојећих *Policy-Based Management* система. Такође, у истом поглављу је дат преглед основних концепата и модела који се користе у системима за контролу права приступа и, на основу компаративне анализе, закључено да је најопштији *Attribute Based Access Control (ABAC) Model* и да се сви остали могу имплементирати одговарајућим избором семантике атрибута. Даље је показано да је *Policy Based Access Control Model* специјалан случај АВАС модела у ком је специфицирана семантика коришћених атрибута.

У шестом поглављу је додатно предложена оригинална *Environmental Context-Aware Policy-Based Access Control Framework ECAPBACF* платформа за контролу права приступа

федеративним ресурсима који је један од научних доприноса дисертације. Према нашем сазнању ЕСАРВАСФ је једини *framework* контролу права приступа дизајниран за управљање федеративним ресурсима који поред статички дефинисаних ограничења узима у обзир и контекст операције, тј. стање окружења. За разлику од описаних језика и радних оквира, ЕСАРВАСФ омогућава добијање ауторизације за све расположиве ресурсе једним упитом. Уз то, ЕСАРВАСФ се може имплементирати на произвољном језику за опис полиса. За разлику од других система заснованих на *FIA* алгебри који предлажу хеуристике и оптимизације за побољшање перформанси, ЕСАРВАСФ полисе су дизајниране тако да се имплицитно избегну комплексни алгоритми потребни за одређивање интегрисане полисе. ЕСАРВАСФ за организацију правила за контролу права приступа користи *Attribute Based Access Control Model* што омогућава коришћење мета-модела при спецификацији полиса. Приказана је математичка заснованост *ЕСАРВАСФ* платформе коришћењем *Fine Grained Integration Algebre (FIA)*, пример имплементације *ЕСАРВАСФ framework-a* коришћењем *eXtensible Access Control Markup Language (XACML)* језика за спецификацију полиса и дат мета-модел *XACML ЕСАРВАСФ* полисе. У поглављу су приказани и основни концепти *FIA* алгебре потребни да би се дефинисао *ЕСАРВАСФ*. Шесто поглавље садржи и анализу комплексности алгоритма за генерисање интегрисане полисе која одређује скраћену топологију на основу које се одређује топологија вишedomенског сервиса која показује да алгоритам има линеарну сложеност, што га чини применљивим у реалним окружењима.

Седмо поглавље доноси демонстрацију примене *ЕСАРВАСФ* платформе на примеру конфигурације и активације вишedomенске путање у мрежама са софтверски дефинисаним начином управљања (*Software Defined Network (SDN)*) тако што је реализован прототип система за успостављање вишedomенске путање.

Осмо поглавље је закључак у ком су сумирани резултати и приказане смернице за даље истраживање које би се темељило на резултатима ове докторске дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Ова докторска дисертација се бави модерним концептима управљања мрежним услугама које пружа више различитих ентитета (домена) заједнички. Област управљања рачунарским мрежама са појавом нових технологија управљања мрежним елементима и функцијама као што су софтверски дефинисане мреже (SDN) и виртуелизација мрежних функција (NFV) добија на новом значају у последњих неколико година. Управљање мрежним сервисима престаје да буде управљање скупом појединачних уређаја, а све више прелази у област дизајна апликација које управљају услугама као целином. Такође, сама област реализације сервиса у више домена је у последње време врло актуелна што говори и недавна (март 2016) стандардизација екстензије протокола BGP (BGP-LS – RFC 7752) која омогућава сигнализациону размену информација о стањима мрежних линкова у између суседних аутономних система, чиме се стварају предуслови за вишedomенско успостављање путања. Предложена решења за управљање вишedomенским сервисима су обрађена и тестирана у једном реалном вишedomенском окружењу каква је мрежа Geant, а резултати су применљиви и на шири скуп мрежних технологија, пре свега у области виртуелизације мрежних функција где пружаоци појединих виртуелизованих мрежних функција могу да буду и најчешће јесу у различитим доменима.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У раду је коришћено 134 референци из релевантних часописа и књига из области рачунарских мрежа, рачунарске технике, информатике и математике. У списку радова

налазе се и радови у којима је кандидаткиња коаутор, а који садрже резултате описане у дисертацији.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Кандидаткиња је извршила подробну компаративну анализу постојећих приступа управљања вишедоменским услугама и ресурсима у федеративним мрежним окружењима, као и приступа и модела за контролу праву приступа. Идентификовани су недостаци постојећих решења и кандидаткиња је описала опште решење и применом агилних методологија реализовала прототипове система који омогућавају максималан степен аутоматизације у описаним случајевима. Прототипови су успешно тестирани у реалном мрежном окружењу. Имајући ово у виду, може се закључити да су коришћене адекватне методе примерене постављеним циљевима.

3.4. Применљивост остварених резултата

Решавање проблема федеративног управљања услугама и проналажење механизма којима се може доћи до аутоматизације процеса управљања услугама у специјалним случајевима ствара простор за реализацију многих нових услуга на Интернету, једноставнију и поузданију сарадњу различитих ентитета и виши квалитет услуга пружених посредством Интернета. Као што је наведено у поглављу 3.1, резултати су применљиви и на шири скуп мрежних технологија, пре свега у области виртуелизације мрежних функција, где пружаоци појединих виртуелизованих мрежних функција могу да буду и најчешће јесу у различитим доменима. Такође, пошто је проблем федеративног управљања генералним ИТ услугама у вишедоменском окружењу у којем различити ентитети имају различита права приступа ресурсима чест, генерални *ECAPBACF framework* омогућава решење проблема федеративног управљања и у многим другим областима.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидаткиња је кроз истраживање и рад на својој дисертацији стекла и теоријско и практично искуство. Да би могла да да описане предлоге решења и дизајнира и реализује прототипове, кандидаткиња је морала да сагледа разне аспекте проблема управљања вишедоменским сервисима и ресурсима, као и да направи критички осврт на постојећа решења. Током рада је кандидаткиња показала висок степен самосталности.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Рад доноси свеобухватну анализу изазова који постоје приликом успостављања вишедоменских мрежних сервиса и показује кључна ограничења за практичну имплементацију (конфликт аутономија – аутоматско управљање). За разлику од постојеће литературе која или даје само предлоге архитектура без практичне реализације, или предлоге сигнализационих протокола ниског нивоа који не узимају у обзир политике домена, овај рад доноси конкретна и практична решења применљива у пракси. Предложени федеративни систем за управљање тикетима (ФТТС) је јединствена метода која омогућава највиши могући степен аутоматизације управљања вишедоменским услугама у општем случају.

Креирани *ECAPBACF framework* се може користити у многим областима где је кључно обезбедити контролу права приступа над дељеним ресурсом. Предложена архитектура система за приступ ресурсима у удаљеним доменима је проширива и на друге проблеме, јер је веома чест случај да је за пружање неке ИТ услуге потребно ангажовање више различитих ентитета

са различитим нивоима права приступа ресурсима. У складу са тим, оставарени су следећи научни доприноси докторске дисертације:

1. Дефинисан је минималан модел података који је неопходан да би се описали домен, вишедоменска услуга, ресурси и скуп ограничења које домен поставља према другим учесницима федерације, а који омогућавају реализацију аутоматизованих операција у вишедоменском окружењу.
2. Реализован је функционални систем за управљање вишедоменским услугама и ресурсима који је уједно и највиши могући степен аутоматизације вишедоменских мрежних услуга у случају када домени задржавају потпуни суверенитет и када је људско учешће у ланцу неизбежно;
3. Дефинисана је потпуна архитектура система и предложена оригинална ЕЦАПБАЦФ платформа за контролу права приступа федеративним ресурсима за аутоматску конфигурацију и активацију вишедоменских мрежних услуга у случају кад сви домени;
4. Реализован је функционалан прототип који демонстрира примену *ECAPBACF framework*-а на примеру аутоматизације конфигурације и активације вишедоменске путање у мрежама са софтверски дефинисаним начином управљања (*Software Defined Network (SDN)*).

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Ова дисертација доноси потпуну анализу проблема управљања вишедоменским мрежним услугама и даје више иновативних предлога за практичну реализацију аутоматизације кључних процеса која су применљива за различите врсте мрежних услуга. Предложена решења су у складу са модерним трендовима у области управљања рачунарским мрежама, а проширива су и на нове скупове проблема јер су предложени модели универзални. Реализовани прототипови представљају верификацију описаних решења у реалном окружењу.

4.3. Верификација научних доприноса

Категорија M23:

Vuletić, P. V., Vuleta-Radoičić, J. J., Kalogeras, D. (2015). Federated trouble ticket system for service management support in loosely coupled multi-domain environments. *International Journal of Network Management*, 25, pp. 95–112. (IF=0.517) (ISSN 1055-7148) doi:10.1002/nem.1885

Категорија M32:

Jovanović, Z., Marović, B., Ilijašić, L., Vuleta, J., Radulović, V, "Infrastructure and integration of multi-media in the HIS of Belgrade Children's University Hospital," in: P. Inchingolo, R. Pozzi Mucelli (Eds.), *Proceedings of the EuroPACS-MIR 2004 In the Enlarged Europe*, EUT, Trieste, 2004, pp. 83-86.

Категорија M33:

Jovanović, Z., Marović, B., Ilijašić, L., Vuleta, J., Bukvić, M., "Belgrade Children's University Hospital's Infrastructure, HIS and Grid-Based 3D Visualization," TERENA Networking Conference 2005 (6 - 9 June 2005, Poznan, Poland, (Rated by participants as the best paper at the conference), Zbornik radova u elektronskom izdanju, pp. 1-4. https://tnc2005.terena.org/core/getfile0cd3.php?file_id=551

Mendiola, A., Astorga, J., Jacob, E., Stamos, K., Juszczuk, A., Dombek, K., Vuleta-Radoičić, J., Aznar, J. e I. (2016). SDN-enabled AutoBAHN. Envisioning future Bandwidth on Demand services. In TNC16 - Networking Conference (12-16 June 2016, Prague, Czech Republic). Zbornik radova u elektronskom izdanju, pp. 1-4. <https://tnc16.geant.org/getfile/2380>

Mendiola, A., Astorga, J., Jacob, E., Stamos, K., Juszczuk, A., Dombek, K., Vuleta-Radoičić, J., Ortiz, J. (2016). Multi-domain Bandwidth on Demand service provisioning using SDN. In IEEE NetSoft 2016. Seoul, Korea, Zbornik radova u elektronskom izdanju, pp. 1-2.

Категорија M34:

Marović, B., Vuleta, J., Partlov, P., Bajčetić, M., Ninković, V.: Farmakološki informacioni sistem za primenu u pedijatriji i neonatologiji, 8. Symposium of Industrial Electronics "Indel 2010", November 2010, Banja Luka, pp. 377-382.

Категорија M53:

Marović, B., Vuleta, J., Jovanović, Z., Panić, B.: e-Hospital, Children's University Hospital in Belgrade and Heliant Hospital Information System, MD Medical Data, December 2009, Belgrade, pp. 73-77.

Категорија M64:

Jovanović, Z., Marović, B., Ilijašić, L., Bukvić, M., Vuleta, J.: Elektronski sistem zakazivanja pregleda na Univerzitetskoj dečjoj klinici, Dani Dečje klinike, Oktobar 2004, Beograd, pp 1-4.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

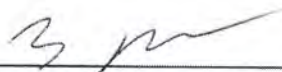
На основу чињеница изложених у овом извештају Комисија је закључила да докторска дисертације Јоване Вулета-Радоићић под насловом „Управљање мрежним услугама и ресурсима у федеративним мрежним окружењима“ испуњава све формалне и суштинске услове предвиђене Законом о високом образовању и прописима Универзитета у Београду и Електротехничког факултета.

У раду су приказани модерни концепти управљања мрежним услугама које заједнички пружа више различитих ентитета (домена). Анализиран је проблем управљања вишедоменском услугом с краја на крај и идентификоване су кључне препреке и предуслови за аутоматизацију пружања вишедоменских мрежних услуга. Приказани су оригинални системи за постизање максималног степена аутоматизације у случају када сви домени задржавају потпуни суверенитет над својим ресурсима и у специјалном случају када је семантика вишедоменске услуге добро позната. Предложена је оригинална *ECAPBACF* платформа за управљање федеративним ресурсима која је и демонстрирана реализацијом прототипа за аутоматску конфигурацију и активацију вишедоменске путање у мрежама са софтверски дефинисаним начином управљања (*Software Defined Network (SDN)*).

У складу са напред изнетим, Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета да се докторска дисертација под називом „Управљање мрежним услугама и ресурсима у федеративним мрежним окружењима“ кандидаткиње Јоване Вулета-Радоичић прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

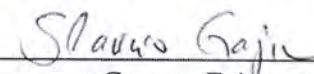
Београд, 05.05.2016.

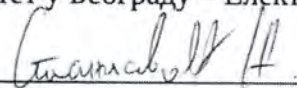
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ


др Зоран Јовановић, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Павле Вулетић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Душан Старчевић, редовни професор
Универзитет у Београду – Факултет организационих наука


др Славко Гајин, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Жарко Станисављевић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет