

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата **мр Александра Петровића** за израду докторске дисертације

Одлуком бр. 959/1 од 30. 06. 2015. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **мр Александра Петровића** за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „**Механизам опоравка система у транзицији мобилних телекомуникационих мрежа ка „Cloud“ архитектури**“. После одржане јавне усмене одбране теме и докторског испита о подобности кандидата, чланови Комисије за јавну усмену одбрану теме докторске дисертације и докторског испита о подобности кандидата и чланови Комисије за оцену подобности теме и кандидата су се сагласили да се наслов докторске дисертације предложен приликом пријаве теме модификује и као адекватнији предлажу наслов „**Механизам прављења сигурносне копије и опоравка система у виртуелним мрежама и интеграција у Cloud архитектуру**“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Мр Александар Петровић је рођен 20 јуна 1970 у Београду. Завршио је О.Ш. „Бранко Радичевић“ и Х Београдску гимназију на Новом Београду са одличним успехом.

Уписан је на Електротехнички факултет у Београду у прву годину школске 1990/91 године и дипломирао на одсеку за Рачунарску технику и Информатику у фебруару 2001. године. У току студирања је у више наврата био ангажован у одбрани земље као војни обавезник.

Од фебруара 2001. запослен је у Ericsson-у у Даблину, Република Ирска на развоју АТМ агрегатора у WCDMA/UMTS радио приступним мрежама (RAN). Учествовао је у првој

имплементацији производа (Vodafone, UK) као технички лидер и учествовао у каснијим имплементацијама код различитих корисника.

Развио је аутоматску иницијалну инсталацију за АТМ агрегатор при чему је време инсталације смањено три пута.

Учествовао је у тиму који је развио апликацију која је три пута убрзала инсталацију и интеграцију ET-MC1 интерфејса у корисничкој мрежи користећи Java развојно окружење и CORBA интерфејсе према мрежним елементима. Уместо 9 месеци колико је иницијално планирано SmartOne, Хонг Конг је интегрисао нове елементе за свега 3 месеца укључујући време потребно за првобитни развој и тестирање.

Од 2005. до 2010. је радио на увођењу псеудо-жичног (pseudowire) решења за пренос АТМ ћелија на не-АТМ мрежама као водећи инжењер у Ericsson-у. Развио је и држао тренинг програм за едукацију инжењера коришћен од стране Ериксона и телекомуникационих оператера (Шведска, Финска, Португал).

Од 2010. запослен је у Ericsson-у у Монтреалу, Канада, где је радио на пословима подршке на LTE/WCDMA RAN мрежама како у региону тако и глобално. За учешће у многим ургентним ескалацијама где су мобилни оператери имали делимичне или потпуне прекиде саобраћаја као и за оптимизацију корисничких мрежа више је пута похваљиван и награђиван.

Од јуна 2013. ради на развоју Load Balancer-а у Cloud системима (LBaaS) у оквиру развоја Cloud архитектуре прилагођене телекомуникационим потребама.

Од 2014. ради на развоју оквира за прављење безбедносне копије у оквиру заједничких компоненти. Заједничке компоненте се развијају у циљу прављења апликативног слоја који би омогућио неометано извршавање корисничких апликација, а које би истовремено било независно од типа хардвера на коме се природно извршава. Разлог развијања заједничких компоненти је да се омогући лакша евентуална транзиција ка Cloud инфраструктури. Очекује се да ће корисничке апликације произведене од различитих софтверских компанија интеграцијом заједничких компоненти добити димензију независности од типа оперативног система и хардвера на коме се извршавају.

Магистрирао је на Електротехничком факултету у Београду у октобру 2014. са темом „Опоравак система у транзицији мобилних телекомуникационих мрежа ка Cloud архитектури“.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат је 25.9.2014. одбранио магистарску тезу под насловом „Опоравак система у транзицији мобилних телекомуникационих мрежа ка Cloud архитектури“ на Електротехничком факултету, универзитета у Београду код ментора проф. др Мирослава Бојовића. Ужа научна област предложене теме је софтверско инжењерство. Магистарски рад обухвата:

- Улогу Cloud архитектуре у решавању различитих проблема модерних телекомуникационих мрежа; приказ тих проблема и предвиђени проблеми у примени Cloud архитектуре.
- Улогу система за опоравак у периоду транзиције телекомуникационих оператера ка Cloud архитектури; детаљан опис операција које је могуће извршити над сигурносном

копијом система; понашање система за опоравак у случајевима евентуалног отказа у реалним системима.

- Анализу начина испитивања вршног оптерећења у зависности од оптерећења како процесорских, меморијских (како интерних тако и екстерних) ресурса и предлог стратегије тестирања.
- Анализу резултата тестирања и указивање на могуће правце развоја даљих побољшања у развоју система за опоравак

Након одбрањене магистарске тезе кандидат је активно радио на даљем усавршавању система за опоравак где су усвојена пројектна и решења тестирања везана за проширивост система (scalability) као и за еластичност (elasticity/resilience) система као неких од неопходних карактеристика за успешну имплементацију у будућем Cloud окружењу.

Кандидат је 01.07.2015. године успешно усмено одбранио тему докторске дисертације и положио испит о подобности кандидата (докторски испит) пред Комисијом за јавну усмену одбрану теме докторске дисертације у саставу др Драган Бојић, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет (председник комисије), др Душан Старчевић, редовни професор, Универзитет у Београду – Факултет Организационих наука, др Александар Нешковић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

Одбрањена магистарска теза:

1. Петровић А.: *Опоравак система у транзицији мобилних телекомуникационих мрежа ка Cloud архитектури*, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду, 2014, М72

Радови на конференцијама:

1. Г. В. Маринковић, А. Д. Петровић, И. Д. Сокић: *Survey of talking calculators for blind and visually impaired people*, Proceedings of the IASTED Conference on Software Engineering, Las Vegas, Nevada USA, October 28-31, 1998., М33
2. А. Д. Петровић, М. В. Трајковић, И. Д. Килибарда: *Преглед научноистраживачких програма које финансира агенција DARPA*, симпозијум YU INFO '99, март 1999. М63
3. А. Д. Петровић: *Overview of the role of ATM-AAL2 Aggregator in UMTS Access Network*, SSGRR2002s, L'Aquila, Италија, јул-август 2002., М33

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Комисија је размотрила све претходно наведене резултате досадашњег рада кандидата. Кандидат је кроз одбрањену магистарску тезу, учешће у стручним пројектима, успешну одбрану теме докторске дисертације и објављене радове показао да је стекао неопходно искуство за самосталан научно-истраживачки рад. Комисија сматра да је кандидат способан да током израде докторске дисертације оствари резултате који ће бити верификовани од стране научне и стручне заједнице. Комисија констатује да кандидат Александар Петровић испуњава све потребне услове да приступи изради докторске дисертације под наведеном темом.

2. Предмет и циљ истраживања

Савремени оператери мобилних телекомуникационих мрежа као једну од могућих опција развоја разматрају прихватање и адаптирање Cloud архитектуре својим специфичним потребама. У транзиционом периоду неопходно је развити софтверски слој заједничких компоненти које ће омогућити апликацијама које оператор користи лакши прелазак ка Cloud-у. Једна од тих заједничких компоненти је функција прављења сигурносне копије и опоравка система.

Разлози који доприносе бољитку већини ИТ сектора имплементацијом Cloud архитектуре су између осталог: економска добит добијена преласком на pay-as-you-go модел (конверзија CAPEX ка OPEX); предности чињенице да конисници не морају да набављају и сервисирају сервере; предности у односу на конкуренцију, сем економских и time-to-market предности; повећан степен сигурности. Сви ови наведени разлози који су применљиви у остатку ИТ сектора имају своје специфичности посматране из угла мобилних телекомуникација.

Еволуција инфраструктуре мобилних оператора ка Cloud архитектури захтева увођење слојевите архитектуре из разлога хетерогености хардвера и софтвера добављених од различитих произвођача. Да би се добила већа једнообразност хардвера, потребно је увести слој заједничких компоненти који ће изнад оперативног система који испуњава стандарде телекомуникационе индустрије, омогућити несметано извршавање телекомуникационих корисничких апликација. Једна од функција заједничких компоненти је и функција прављења сигурносне копије и опоравка система као дела виртуализације мрежних функција.

Циљ овог истраживања је да анализира специфичности експлоатације мобилних телекомуникационих оператора које су од интереса за увођење Cloud сервиса и виртуализације мрежних функција, са посебним нагласком на механизам опоравка.

У Cloud архитектури у току животног века корисничке апликације (које се извршавају као део на пример VNF – Virtual Network Functions) могућ је сценарио где долази до отказа који се детектује у VNF менаџеру као делу Cloud менаџера, који може да одлучи, по потреби, да ли је потребно из Catalog система довући инсталациону слику (image file). Ограничење инсталационих слика је да оне не садрже податке извршаваних апликација у тренутку отказа; инсталациона слика има само почетну инсталацију корисничких апликација. Да би се испунили захтеви телекомуникационе индустрије, неопходно је извршити опоравак система (коришћењем функције прављења сигурносне копије и опоравка система) која ће најприближније осликавати стање апликације у тренутку Δ , где је Δ разлика у односу на првобитну инсталациону слику одређеног VNF-а. Сачувана сигурносна копија се смешта на NFVI (Network Function Virtualization Infrastructure; део IaaS – Infrastructure as a Service) Storage делу и тиме се испуњавају услови телекомуникационих оператора и омогућава употреба телекомуникационих апликација по свим адекватним стандардима унутар Cloud окружења.

У раду ће бити анализирана улога функције прављења сигурносне копије и опоравка система у слоју заједничких компоненти у Cloud архитектури. Указаће се на могућу употребу и ван VNF дела, а унутар Cloud окружења као и на потенцијалну употребу овако развијеног Cloud окружења са високим степеном отпорности на отказе и укупним временом застоја на годишњем нивоу мањем од 99.999% и ван телекомуникационе мобилне индустрије где конисници имају сличне високо постављене захтеве за извршавање апликација.

2.1 Референце

1. NFV White Paper - http://portal.etsi.org/NFV/NFV_White_Paper.pdf
2. NFV White Paper 2 - http://portal.etsi.org/NFV/NFV_White_Paper2.pdf
3. NFV White Paper 3 - http://portal.etsi.org/Portals/0/TBpages/NFV/Docs/NFV_White_Paper3.pdf
4. C-RAN The Road Towards Green RAN, White Paper - http://labs.chinamobile.com/cran/wp-content/uploads/CRAN_white_paper_v2_5_EN.pdf
5. Open Networking Forum (ONF), "SDN Architecture," ONF, TR (Technical Reference), Non-Normative, type 2 SDN ARCH 1.0 06062014, June 2014, : https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/technical-reports/TR_SDN_ARCH_1.0_06062014.pdf
6. ETSI, 2014, Group Specification, Network Functions Virtualisation (NFV); Architectural Framework, : http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/NFV/001_099/002/01.02.01_60/gs_NFV002v010201p.pdf
7. J. Quittek i dr., "Network Function Virtualization (NFV) Management and Orchestration," ETSI, GROUP SPECIFICATION GS NFV-MAN 001 V1.1.1, Nov. 2014, : http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/NFV-MAN/001_099/001/01.01.01_60/gsNFV-MAN001v010101p.pdf
8. Mehmet E.: "ETSI NFV Management and Orchestration - An Overview" <http://www.ietf.org/proceedings/88/slides/slides-88-opsawg-6.pdf>
9. Linghao Zhang, Xiaoxing Ma, Jian Lu, Tao Xie, Nikolai Tillmann, Peli de Halleux, "Environmental Modeling for Automated Cloud Application Testing", IEEE Software, vol.29, no. 2, pp. 30-35, March-April 2012, doi:10.1109/MS.2011.158
10. Rajkumar Buyya, Rajiv Ranjan, Rodrigo N. Calheiros: "Modeling and Simulation of Scalable Cloud Computing Environments and the CloudSim Toolkit: Challenges and Opportunities" - <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0907/0907.4878.pdf>
11. Kles Blokland, Jeroen Mengernik, Martin Pol : *Testing Cloud Services: How to Test SaaS, PaaS & IaaS*, publisher Rocky Nook, USA, ISBN: 978-1937538385, 2013.
12. Jothy Rosenberg, Arthur Mateos: *The Cloud at Your Service*, Manning Publications, USA, 2010.

3. Полазне хипотезе

Телекомуникационе мобилне мреже на садашњем нивоу развоја нису у могућности да потпуно динамички одговоре на промене у капацитету саобраћаја на покривеном подручју. У најбољем случају планиране промене у капацитету саобраћаја могу да се покрију алоцирањем додатних хардверских, софтверских и мрежних капацитета. У тренуцима кад новопридодати капацитет није потребан, алоцирани ресурси више нису на задовољавајућем степену искоришћености што представља значајан проблем у експлоатацији ресурса.

Виртуализацијом мрежних функција и адаптацијом Cloud архитектуре види се могуће будуће решење наведених проблема неискоришћености капацитета а и недостатка капацитета у тренуцима вршног оптерећења јер се потребни капацитети динамички додељују или смањују у зависности од потребе. Сем наведених проблема у експлоатацији мобилних телекомуникационих система очекује се и много већа униформисаност харверских и софтверских ресурса, све у циљу смањења оперативних трошкова. Такође се очекује значајно смањење времена потребно за интеграцију новог хардвера или софтвера што је изузетно значајно јер тиме оператери добијају предност над конкуренцијом.

Тренутна Cloud решења пунуђена на тржишту не испуњавају захтеве који су неопходни у мобилној телекомуникационој индустрији, укључујући између осталог, потребу за извршавањем операција у реалном времену као и редундантност система – могућност опоравка и/или несметаног рада система у случајевима отказа. Стога се развијају решења која ће омогућити оперативност у окружењу са тако постављеним критеријумима квалитета.

Увођењем слојевитости система који би садржао и слој заједничких компоненти заједничких већини или свим мобилним апликацијама у мобилним телекомуникационим мрежама очекује се лакша транзиција ка Cloud архитектури.

Функција прављења сигурносне копије и опоравка система представља једну од кључних компоненти неопходних за достизање стандарда мобилних телекомуникационих мрежа. Поузданост компоненте која реализује функцију прављења сигурносне копије и опоравка система је такође врло битан критеријум квалитета у експлоатацији телекомуникационих мрежа. Очекује се да тако направљена функција може наћи примену на неколико места унутар Cloud архитектуре и да систем са високо постављеним техничко-технолошким захтевима попут телекомуникационих може задовољити и не-телекомуникационе технологије које имају сличне захтеве опоравка система и смањене осетљивости на отказе.

4. Научне методе истраживања

У тренуцима када је сложени софтверски систем и виртуелизовано окружење у развојној фази, дизајн и реализација овакве функционалности представља посебан изазов, јер је неопходно развити и симулирати граничне услове извршавања апликације у виртуелизованом окружењу.

За те потребе развиће се посебна методологија која ће обухватити и анализу и евалуацију компоненте под различитим условима:

- промена расположивих ресурса као што су процесорски ресурси, ресурси меморије како привремене тако и сталне меморије
- Извршавање операције креирања безбедносне копије
- Предикција резултата креирања безбедносне копије
- Верификација извршене операције и уколико је неопходно опоравак система коришћењем валидне безбедносне копије.

У раду ће се показати компаративна анализа у понашању оквира за прављење сигурносне копије и опоравка система на платформи која не подржава функције Cloud архитектуре (SLES11) и платформе која подржава функције Cloud архитектуре (SLES12) као што су проширивост система (scalability) као и еластичност (elasticity/resilience) система. Из показаних резултата извући ће се закључци који ће указати на евентуалне неопходне даље правце побољшавања оквира за прављење сигурносне копије и опоравка система ка даљој интеграцији ка Cloud архитектури.

Све то треба да произведе поуздани и ефикасни механизам опоравка система у транзицији мобилних телекомуникационих мрежа ка Cloud архитектури.

5. Очекивани научни допринос

Научни доприноси се очекују у више аспеката.

- Први очекивани допринос је предлог механизма опоравка система у специфичном софтверском систему за виртуализацију мрежних функција (VNF – Virtual Network Functions), као посебног слоја заједничких функција.
- Дизајн и имплементација предложеног механизма ће такође представљати значајан допринос.
- Посебан допринос се очекује и у прилагођавању и трансферу реализованог механизма у Cloud архитектуру. Показаће се решења у дизајну која омогућавају функцији прављења сигурносне копије и опоравка система да испуни постављене захтеве.
- Значајан допринос се очекује и у предлогу посебне методологије развоја и тестирања која обухвата анализу и евалуацију предложеног механизма за прављење сигурносне копије и опоравка система у овако сложеним софтверским системима.
- Анализа резултата у функцији промене параметара наведених расположивих процесорских, сталних и привремених меморијских ресурса као и примена нових начина тестирања извршавања компоненте у виртуализованом окружењу ће показати употребљивост предложеног механизма у условима експлоатације који испуњава стандарде мобилних телекомуникационих мрежа као и применљивост извршене тест методологије за тестирање осталих компоненти где је то могуће.

6. План истраживања и структура рада

Истраживање ће обухватити разматрање принципа, предности и технолошких основа Cloud обраде података са посебним освртом на потенцијалну примену Cloud инфраструктуре под специфичним захтевима мобилних телекомуникација и специфичности које утичу на механизам опоравка. Упоредна анализа постојећих сличних решења (Microsoft Azure, Amazon, итд.) показаће компаративне предности предложеног решења.

Специфицираће се захтеви и показати механизам за прављење сигурносне копије и опоравка система у виртуализацији мрежних функција и у прилагођавању и трансферу реализованог механизма у Cloud инфраструктуру.

Предложиће се и посебна методологија развоја и тестирања прилагођена оваквим системима. Показаће се важност анализе и евалуације тестирања механизма у експлоатацији у ситуацијама када критични ресурси система не испуњавају оптимално пројектовану расположивост при преласку изнад вршног оптерећења. Извршиће се евалуација рада у симулираном VNF окружењу и показаће се резултати такве евалуације.

На крају ће се размотрити и неки могући будући трендови засновани на истраживању у овој области, и резултатима презентираним у овом раду. Показаће се да је предложено и развијено решење функционално у најсавременијем VNF, Cloud окружењу.

7. Закључак и предлог

На основу свега изложеног, Комисија констатује да кандидат мр Александар Петровић испуњава потребне услове да може приступити изради докторске дисертације под насловом „Механизам прављења сигурносне копије и опоравка система у виртуелним мрежама и интеграција у Cloud архитектуру“.

После одржане јавне усмене одбране теме и докторског испита о подобности кандидата, чланови Комисије за јавну усмену одбрану теме докторске дисертације и докторског испита о подобности кандидата и чланови Комисије за оцену подобности теме и кандидата су се сагласили да се наслов докторске дисертације предложен приликом пријаве теме („Механизам опоравка система у транзицији мобилних телекомуникационих мрежа ка „Cloud“ архитектури“) модификује и као адекватнији усвоји наслов предложен у овом извештају „Механизам прављења сигурносне копије и опоравка система у виртуелним мрежама и интеграција у Cloud архитектуру“.

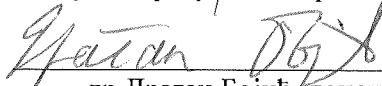
Ужа научна област предложене теме је софтверско инжењерство.

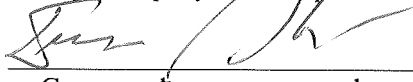
Стога комисија предлаже Научно-наставном већу Електротехничког факултета у Београду да одобри мр Александру Петровићу израду докторске дисертације под горе наведеним насловом под руководством ментора проф. др Мирослава Бојовића.

У Београду, 6. Јула 2015. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ


др Мирослав Бојовић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Драган Бојић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


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


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