

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Факултет организационих наука

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Vito Leggio за израду докторске дисертације

Одлуком 05-01 бр. 3/35-7 од 18.04.2017. године именовани смо за чланове Комисије за оцену теме и подобности кандидата **Vito (Antionio) Leggio** за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Методологија развоја и анализа перформанси адаптивних безбедних софтверски дефинисаних мрежа”.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Вито Легио (Vito Leggio) је рођен 24.05.1953 године у Бруклину, у држави Њу Јорк у Сједињеним Америчким Државама, где је завршио основну и средњу школу. Дипломирао је на Електротехничком факултету на New York Institute of Technology, у Њу Јорку, САД, 1998. године, а магистарске студије електротехнике из области рачунарских мрежа завршио 2002. године, такође на New York Institute of Technology. Период од 2009. до 2014. године је провео на Capella универзитету у САД, на смеру за Информационе технологије као студент пост-дипломских студија. Од 2015. године је студент докторских студија на студијском програму Информациони системи и квантитативни менаџмент, изборно подручје Електронско пословање на Факултету организационих наука Универзитета у Београду. Тренутно је студент друге године докторских студија. Положио је свих девет програмом предвиђених испита на докторским студијама са просечном оценом 10.

Од 1998. године до данас активно ради у области рачунарских мрежа и интегрисаних пословно-безбедносних система. Тренутно ради као главни пројектни инжењер и архитекта

системских решења у предузећу Xtreme Solutions LLC, која као подизвођач радова опслужује систем градских железница града Њу Јорка (New York City Transit Authority) и међуградску железницу државе Њу Јорк. Од 2011. године је ангажован као хонорарни професор (предавач) на Факултету за електротехнику и рачунарске науке на New York Institute of Technology на пројектовању и опремању лабораторија за практични рад, као и на извођењу наставе из предмета:

- Рачунарске мреже
- Интернет мреже I
- Интернет мреже II
- Интернет мреже II лабораторијске вежбе

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Током досадашњег рада Vito Leggio је објавио више радова у земљи и иностранству и учествовао на више међународних и домаћих скупова и конференција.

Зборници међународних научних скупова (M30):

1. V. Leggio., J. Mihajlovic., R. Mihajlovic. (2016) "Software Piracy as a Shady E-Commerce Marketing Vehicle," ANTiM 2016, Application of New Technologies in Business and Economy, Belgrade, Serbia, April 21-23 2016. pp.73-82.
2. L. Zharova., V. Leggio., A. Mihajlovic., S. Campbell., R. Mihajlovic. (2016). "Road Vehicle Embedded IoT Security", BISEC2016, Belgrade, 15th October 2016, pp.18-26.
3. V. Leggio, L. Zharova, I. Stankovic, R. A. Mihajlovic, "On Some E-Commerce and Mobile Payment Security Issues," LEMIMA2017, Belgrade Serbia, 2017.

Зборници националних научних скупова (M60):

1. R. Mihajlović, I. Stanković, V. Leggio, L. Zharova, "On Strategic Cyberwarfare Planning," SPSSM 2017, No.23, Beograd, Mart 13, 2017.
2. L. Zharova, V. Leggio, J.S. Mihajlovic, R.A. Mihajlovic, "Analysis of the strategic e-marketing planning of the last USA presidential elections," SPSSM 2017, No.24, Beograd, Mart 13, 2017.

Учешће на стручним пројектима

Током професионалног рада Vito Leggio је учествовао као директор, главни инжењер, или као члан пројектног тима у реализацији више пројекта. Следи листа изабраних пројеката:

1. Од новембра 2015. до априла 2017. као технички експерт и директор пројекта ради на пројекту рачунарске мреже интегрисаног менаџмента и сервиса сектора B - ISIM:B Mod 1 при систему градских железница града Њу Јорка (New York City Transit Authority).
2. Од октобра 2013. до априла 2017. као технички експерт и директор пројекта ради на пројекту безбедности рачунарске мреже на нивоима L1 и L2 сектора ESS 14. Пројекат је био усвојен и одобрен од стране система градског превоза града Њу Јорка.
3. Од фебруара 2014. до октобра 2015. као инжењер рачунарских мрежа и провајдер инжењерских и интеграционих сервиса радио је на пројекту реконструкције и модернизације сигналне опреме на осам железничких станица у систему за градски превоз града Њу Јорка.
4. Од фебруара 2014. до маја 2015. је радио на развоју и имплементацији (уз интеграцију са постојећим системима EMCOM SW) путничког безбедносног система у мрежи подземних железница града Њу Јорка.
5. Од фебруара 2013. до маја 2015. као развојни инжењер радио је на пројекту NYCT-Infrastructure-Resiliency који је укључио дизајн система отпорног на отказ мрежних

компонената уз брзи опоравак од могућих отказа. Пројекат се односио на употребу техника виртуализације рачунарске и комуникационе опреме.

6. Од маја 2010. до септембра 2012. у оквиру PB Engineering and design групе ради на пословима пројектовања рачунарске мреже међуградске железнице државе Њу Јорк.

Следи списак положених предмета на докторским студијама са оценама и ЕСПБ бодовима:

Називи предмета	Оцена	ЕСПБ
Електронско пословање - одабрана поглавља	10 (десет)	10
Интернет маркетинг и друштвени медији - одабрана поглавља	10 (десет)	10
Мобилно пословање - одабрана поглавља	10 (десет)	10
Методологија научно-истраживачког рада у техничко-технолошким наукама	10 (десет)	10
Интернет интелигентних уређаја - одабрана поглавља	10 (десет)	10
Интернет технологије - одабрана поглавља	10 (десет)	10
Напредне <i>cloud</i> инфраструктуре и сервиси	10 (десет)	10
<i>Big data</i> инфраструктура и сервиси	10 (десет)	10
Сервиси рачунарских мрежа у пословању предузећа	10 (десет)	10

Кандидат је дана 21.04.2017. године упешно одбранио приступни рад за израду дисертације под називом „Методологија развоја и анализа перформанси адаптивних безбедних софтверски дефинисаних мрежа“.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Узимајући у обзир:

- резултате остварене током досадашњег образовања;
- резултате истраживања на тему примене савремених информационих технологија у области електронског пословања и развоја сигурних рачунарских мрежа, која су публикована на научним и стручним конференцијама;
- наставни и педагошки рад на високошколским институцијама;
- радно искуство у области примене напредних информационих технологија у пословању, а посебно рачунарских инфраструктура;
- учешће на већем броју пројеката;

закључује се да је Vito Leggio у потпуности квалификован и припремљен да тему докторске дисертације самостално истражује и пружи научне и стручне доприносе у тој области.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања приступног рада је методологија развоја комплексних рачунарских мрежа у великим пословним организацијама које карактерише динамична промена пословних процеса и брзо усвајање савремених рачунарско-комуникационих производа. Централни проблем који се разматра у приступном раду је испитивање могућности пројектовања архитектуре мреже прилагођене захтевним и комплексним спецификацијама. Архитектура мреже треба да укључи моделе за тестирање перформанси и безбедности, као и

начине за динамичко адаптирање архитектуре софтверске мреже корисничким захтевима током експлоатације.

Адаптивне архитектуре безбедних рачунарских мрежа предузећа захтевају посебан приступ анализи и пројектовању заснован на: апстракцији, виртуализацији инфраструктуре и употреби софтверски дефинисаних инфраструктурних елемената, као што су софтверски дефинисано складиштење података (енг. software defined storage, SDS), софтверски дефинисане мреже (енг. software defined networks, SDN), софтверски дефинисана рачунарска јединица сервера (енг. software defined server computers, SDSC), софтверски дефинисана безбедност (енг. software defined security, SDS), виртуализација протока података (енг. data flow virtualization, DFV), итд.

У пракси постоји оправдана инертност корисника мрежних технологија условљена ценама и опрезношћу доносилаца одлука да прихвате нова решења без темељне провере. Додатна ограничења, као што су распрострањеност постојећих стандарда и убрзани развој хардвера мрежних уређаја, воде истраживачки рад у овој области у неколико комплементарних праваца:

- пословно-регулативно-организациони,
- софтверски и
- хардверско-фирмверски.

Компонента која се односи на пословање, регулативу и организацију великих пословних система се успоставља еволутивно, са растом обима пословања. Развој ове компоненте имплицира развој софтверске и хардверско-фирмверске компоненте. Иако је са теоријског аспекта познато да раздвајање софтверских од хардверских проблема смањује комплексност, велике цене брзих комуникационих линија и хардвера високих перформанси условиле су да се ова два проблема решавају комбиновано у једном слоју, и са тенденцијом да постану готово неодвојиви када је у питању мрежна опрема. Експоненцијално увећање тржишта, тј. броја корисника дигиталних комуникација, омогућило је да се у комплексним системима софтверска проблематика комуникационе опреме издвоји од хардверске. Иако и даље постоји зависност од пословања, регулативе и организације, овим раздвајањем је омогућен лакши развој и практично експериментисање са новим протоколима, чак и на физичким мрежама у употреби, што је до недавно било немогуће. Додатни захтеви односе се на пројектовање мреже максимизираних безбедности и минимизираних ризика од недозвољене употребе мреже и мрежне опреме.

Методологија пројектовања безбедне мрежне архитектуре је у пракси и научно-истраживачком раду предмет истраживања већ неколико деценија. У случају комплексних ИТ система великих предузећа разумно је захтевати измену стандардне праксе пројектовања мреже у нови оквир у који би био укључен процес анализе оправданости. У истраживањима у овом приступном раду ово релевантно питање ће бити проширено у контексту комплексности пројектовања безбедних рачунарских мрежа пословних организација, које је условљено експлицитним ограничењима динамичких измена захтева корисника.

Научна и стручна литература указују да су се истраживања у области архитектуре комуникационих мрежа, пројектовања мреже и безбедности рачунарских мрежа интензивирала током прошле декаде. Разлози појачаног интересовања стоје у развоју новог хардвера, нових софтверских решења, нових доступних технологија умрежавања и новим захтевима безбедности. Иновативне технологије којима се помера парадигма приступа комплексности су виртуализација, софтверски дефинисане мреже, софтверско дефинисано складиштење података и рачунарство у облаку (енг. cloud computing). Ове иновације захтевају квалитетну и безбедну мрежну основу уз познавање принципа методологије системског инжењерства и процеса рада на проблемима који највише утичу на перформансе, као што је то на пример позиционирање SDN контролера.

Овај приступни рад ће се заснивати на квантитативном прилазу који ће резултовати моделом за решавање једног од проблема који значајно утичу на перформансе у комплексним мрежама, а то је оптимизација позиционирања SDN контролера. Добијени резултати ће се употребити за развој модела пројектовања адаптивне мрежне архитектуре у динамичном пословном окружењу.

Овај приступни рад ће такође представити упоредну анализу различитих система и решења архитектура коришћених у пракси као и улоге која та решења имају у новим концепцијским оквирима. Представљени резултати биће засновани на резултатима актуелних истраживања и техничких решења из релевантне литературе, која се директно односе на свеукупни прилаз пројектовању безбедних архитектура комплексних система, од почетне спецификације па до конкретног процеса пројектовања мреже. Завршна фаза истраживања ће обухватити дискусију будућих корака у развоју методологије пројектовања мреже и карактеризације перформанси SDN архитектура, са предлогом оптималног решења позиционирања једног или више мрежних контролера.

Истраживање ће обухватити и одлуке које треба донети у складу са ограничењима као што су:

- финансијска ограничења,
- спецификација са функционалним захтевима,
- реалне могућности отказа појединих хардверско-софтверских компоненти система,
- реално очекиване промене инсталираних пословних апликација,
- променљива природа података,
- променљиви захтеви безбедности,
- могуће промене понашања корисника.

Истраживачки рад ће бити усмерен ка испитивању могућности да се паралелно дизајнира структура мреже и компоненте мреже на системском и пословно-организационом нивоу. Мада је дисциплина пројектовања архитектуре комплексних система још у развоју, важан елемент који је вишеструко потврђен у академском окружењу и у пракси, је важност дефинисања архитектуре као иницијалне фазе одлучивања у процесу пројектовања. Добро постављена архитектура је кључни фактор доброг пројектовања. Пројектовање система вођено архитектуром се показало као најефективнији начин пројектовања у односу на приступе вођене функционалним захтевима, документацијом или методологијом.

У овом приступном раду се архитектура рачунарске мреже посматра као подскуп свеукупне архитектуре пословног система. Основни принципи архитектуре пословног система су следећи:

- Архитектура приказује целокупни систем, што издваја архитектуру од осталих модела анализе и пројектовања који су фокусирани на делове или модуле система.
- Исправан начин моделирања и развоја читавог система је заснован на прилазу са више тачака гледишта, где се свака односи на одређену заинтересовану страну и на одговарајућу техничку експертску групу која учествује у изradi пројекта.

У предложеним истраживањима, фокус ће бити стављен и на пројекат безбедне архитектуре система са аспекта техничке експертске групе, суочене са проблемима релативне непредвидивости будућих промена окружења система, како у току имплементације пројекта, тако и у току експлоатације пројектованог система.

Један од циљева истраживања је идентификација одговарајућих метода дизајна робусних, флексибилних и безбедних архитектура. Анализиране методе ће бити засноване на симулацијама и мерењима која су често примењивана у току тестирања готовог пројекта али нису уобичајена за ране фазе пројектовања. Циљ је идентификација типичних грешака при пројектовању архитектуре и при изradi спецификација архитектура.

Примарни циљ истраживања у приступном раду је развој новог приступа пројектовању архитектуре комплексних пословних система са фокусом на проблеме пројектовања безбедних рачунарских мрежа. У току истраживања, уз употребу концепта хијерархијске апстракције, паралелизације, виртуализације и софтверске контроле, очекује се да се у оквиру овог рада дефинише начин решавања проблема оптималног тополошког позиционирања SDN контролера.

Научни циљ рада се огледа у дефинисању хибридног модела архитектуре адаптивних пословних система, где је адаптивност заснована на пројектованој ИКТ инфраструктури. Циљ рада укључује и методе евалуације перформанси архитектуре у раним фазама пројектовања инфраструктуре система. Коначни резултати ће дати допринос формализацији процеса инжењеринга архитектуре комплексних система пројектованих да буду прилагодљиви на реално очекиване промене захтева корисника, на промене пословних процеса и на промене у захтевима безбедности.

Почетна листа библиографских извора која ће се користити приликом израде докторске дисертације:

- [1] Laizhong Cui, F. Richard Yu, and Qiao Yan, "When Big Data Meets Software-Defined Networking: SDN for Big Data and Big Data for SDN," *IEEE Network*, January/February 2016, pp.58-65.
- [2] Richard Cziva, Simon Jouet, Dimitrios P. Pezaros, "GNFC: Towards Network Function Cloudification," *IEEE NFV-SDN*, San Francisco, CA, US. Nov 16 2015.
- [3] Tobias Eggert, Rahamatullah Khondoker, "Security analysis of approaches to integrate middleboxes into software defined networks," 3rd IEEE International Conference on Electrical Engineering and Information Communication Technology (ICEEICT), 2016, pp.1-7.
- [4] Ed. Kate Gerwig, "Virtual Reality; Virtualization has reached your network - now what?," Technical white Paper, *TechTarget*, 2016.
- [5] Pooyan Habibi, Masoud Mokhtari, Masoud Sabaei, "QRVE: QoS-Aware Routing and Energy-Efficient VM Placement for Software-Defined DataCenter Networks," *IEEE 8th International Symposium on Telecommunications (IST'2016)*, 2016. pp.533-539.
- [6] Wonkyu Han, Hongxin Hu, Ziming Zhao, Adam Doupe, "State-aware Network Access Management for Software-Defined Networks," *ACM SACMAT'16*, June 05-08, 2016, Shanghai, China.
- [7] Genya Ishigaki, Norihiko Shinomiya, "Controller placement algorithm to alleviate burdens on communication nodes," *Int Conf on Computing, Networking and Communications (ICNC)*, 2016, pp.1-5.
- [8] Bala Prakasa Rao Killi, Seela Veerabhadreswara Rao, "Optimal Model for Failure Foresight Capacitated Controller Placement in Software-Defined Networks," *IEEE Communications Letters*, Vol 20, Issue 6, 2016, pp.1108-1111.
- [9] Weidong Lin, Yukun Niu, Xia Zhang, Lingbo Wei, Chi Zhang, "Using Path Label Routing in Wide Area Software-Defined Networks with OpenFlow," *2016 International Conference on Networking and Network Applications (NaNA)*, 2016, pp.149-154.
- [10] Diogo M. F. Mattos, Otto Carlos M. B. Duarte, Guy Pujolle, "Profiling Software Defined Networks for dynamic distributed-controller provisioning," *7th International Conference on the Network of the Future (NOF)*, 2016, pp.1-5.
- [11] Nancy Perrot, Thomas Reynaud, "Optimal placement of controllers in a resilient SDN architecture," *12th Int. Conference on the Design of Reliable Communication Networks (DRCN)*, 2016, pp.145-151.
- [12] Subramanyeswara Rao Dasari, Sasirekha GVK, "Application Performance Monitoring in Software Defined Networks," *26th IEEE International Telecommunication Networks and Applications Conference (ITNAC)*, 2016, pp.89-94.
- [13] Fabian Ruffy, Wolfgang Hommel, Felix von Eye, "A STRIDE-based Security Architecture for Software-Defined Networking," *ICN 2016 : The Fifteenth International Conference on Networks*

(includes SOFTNETWORKING 2016) Copyright (c) IARIA, 2016. ISBN: 978-1-61208-450-3 pp.95-101.

- [14] Petra Vizarreta, Carmen Mas Machuca, Wolfgang Kellerer, "Controller placement strategies for a resilient SDN control plane," *8th Int Workshop on Resilient Networks Design and Modeling (RNDM)*, 2016, pp.253-259.
- [15] "Redefining Networking with Network Virtualization Why Networking Is Ripe for a Change," *VMware*, white paper, 2016.
- [16] "Micro-Segmentation Builds Security Into Your Data Center's DNA," *VM Ware Technical* white paper, 2016.
- [17] Olaf Zimmermann, Cesare Pautasso, Gregor Hohpe, Bobby Woolf, "A Decade of Enterprise Integration Patterns," *IEEE Software*, Jan/Feb 2016, pp.13-19.
- [18] Marco Brambilla, Piero Fraternali, "Interaction Flow Modeling Language Model-Driven UI Engineering of Web and Mobile Apps with IFML Elsevier Inc., 2015.
- [19] Tracy Yingying Cheng; Mengqing Wang; Xiaohua Jia, "QoS-Guaranteed Controller Placement in SDN," *IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM)*, 2015, pp.1-6.
- [20] Selcan Güner, Hakan Selvi, Gürkan Gür, Fatih Alagöz, "Controller placement in software-defined mobile networks," *23rd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, 2015, pp.2619-2622.
- [21] E. Haleplidis, S. Denazis, D. Meyer, O. Koufopavlou, "Software-Defined Networking (SDN): Layers and Architecture Terminology ," *Internet Research Task Force (IRTF), IRTF Software-Defined Networking Research Group (SDNRG)*, Rfc-7426, January 2015.
- [22] Yury Jimenez, Juan Antonio Cordero, Cristina Cervelló-Pastor, "Measuring robustness of SDN control layers," *IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management (IM)*, 2015, pp.774-777.
- [23] Julia Kaidalova, "Towards a Definition of the role of Enterprise Modeling in the Context of Business and IT Alignment," *Runit AB, Skövde, University of Skövde*, 2015.
- [24] Julia Kaidalova, "Enterprise Architecture Modeling for Business and IT Alignment," *PoEM 2015 Short and Doctoral Consortium papers*, pp.108-116.
- [25] Diego Kreutz, Fernando M. V. Ramos, Paulo Verissimo, Christian Esteve Rothenberg, SiamakAzodolmolky, Steve Uhlig, "Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey," *Proceedings of the IEEE (Volume:103 , Issue: 1)*, Jan. 2015, pp.14-76.
- [26] Diego Kreutz, Fernando M. V. Ramos, Paulo Verissimo, Christian Esteve Rothenberg, SiamakAzodolmolky, Steve Uhlig, "Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey," *Proceedings of the IEEE, (Volume:103 , Issue: 1)*, Jan. 2015, pp.14-76.
- [27] Stanislav Lange, Steffen Gebert, Joachim Spoerhase, Piotr Rygielski, Thomas Zinner, Samuel Kounev, Phuoc Tran-Gia, "Specialized Heuristics for the Controller Placement Problem in Large Scale SDN Networks," *27th Int Teletraffic Congress*, 2015, pp.210-218.
- [28] "OpenFlow Switch Specification Version 1.5.1," Protocol version 0x06, ONF TS-025, March 26, 2015.
- [29] "Principles and Practices for Securing Software-Defined Networks," ONF TR-511, January 2015.
- [30] Rekha P M, Dakshayini M, "A Study of Software Defined Networking with OpenFlow," *International Journal of Computer Applications (0975 – 8887)*, Vol. 122, No.5, July 2015, pp.5-12.
- [31] Syed Taha Ali, Vijay Sivaraman, Adam Radford, Sanjay Jha, "A Survey of Securing Networks using Software Defined Networking," *IEEE Transactions on Reliability*, Vol.64 , Issue 3, Sept. 2015, pp.1086 - 1097.
- [32] Ed. Kate Gerwig, "Network's Next Sea Change, The SDN WAN," *Tech Target*, 2015.
- [33] Daphne Tuncer, Marinos Charalambides, Stuart Clayman, and George Pavlou, "Adaptive Resource Management and Control in Software Defined Networks," *IEEE Transactions on Network and Service Management*, VOL. 12, NO. 1, MARCH 2015, pp.18-33.

- [34] Peng Xiao, Wenyu Qu, Heng Qi, Zhiyang Li, Yujie Xu, "The SDN Controller Placement Problem for WAN," *IEEE/CIC ICC 2014 Symposium on Privacy and Security in Communications*, 15 January 2015, pp.220-224.
- [35] S. Zhu, J. Bi, C. Sun, C. Wu, and H. Hu. Sdpa: Enhancing stateful forwarding for software-defined networking. In *Proceedings of the 23rd IEEE International Conference on Network Protocols (ICNP 2015)*, pp.10-13.
- [36] A. Wang, Y. Guo, F. Hao, T. Lakshman, and S. Chen. "Umon: Flexible and fine grained traffic monitoring in open vswitch." In *Proceedings of the 11th International Conference on emerging Networking EXperiments and Technologies (CoNEXT'15)*, December 2015.
- [37] Deanne Aguirre, Micah Alpern, "10 Principles of Leading Change Management," *Strategy & business magazine* is published by PwC Strategy& Inc., Issue 75, Summer 2014.
- [38] Ian F. Akyildiz, Ahyoung Lee, Pu Wang, Min Luo, Wu Chou, "A roadmap for traffic engineering in software defined networks," *COMPANION 5320 Model 3G*, 24 June 2014, pp.1-30.
- [39] Thomas Ball, Aaron Gember, Shachar Itzhaky, Aleksandr Karbyshev, Mooly Sagiv, Michael Schapira, Nikolaj Bjørner, Asaf Valadarsky, "VeriCon: Towards Verifying Controller Programs in Software-Defined Networks," *ACM PLDI '14*, June 9–11 2014, Edinburgh, UK.
- [40] G. Bianchi, M. Bonola, A. Capone, and C. Cascone. "Openstate: programming platform-independent stateful openflow applications inside the switch. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 44(2):44–51, 2014.
- [41] P. Bosshart, D. Daly, G. Gibb, M. Izzard, N. McKeown, J. Rexford, C. Schlesinger, D. Talayco, A. Vahdat, G. Varghese, et al., "P4: Programming protocol-independent packet processors." *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 44(3):87–95, 2014.
- [42] R. Buyya, R. N. Calheiros, J. Son, A. V. Dastjerdi, and Y. Yoon, "Software-defined cloud computing: Architectural elements and open challenges," in *Proc of the 3rd International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI-2014)*, IEEE. IEEE Press, 2014.
- [43] S. K. Fayazbakhsh, L. Chiang, V. Sekar, M. Yu, and J. C., "Mogul. Enforcing network-wide policies in the presence of dynamic middlebox actions using flowtags." In *Proceedings of the 11th USENIX Conference on Networked Systems Design and Implementation*, pages 533–546. USENIX Association, 2014.
- [44] H. Hu, W. Han, G.-J. Ahn, and Z. Zhao. Flowguard: building robust firewalls for software-defined networks. In *Proc of ACM SIGCOMM Workshop on Hot Topics in Software Defined Networking (HotSDN'14)*, ACM, 2014, pp.97-102.
- [45] A. Gember-Jacobson, R. Viswanathan, C. Prakash, R. Grandl, J. Khalid, S. Das, and A. Akella, "OpenNF: Enabling Innovation in Network Function Control," in *Proc of the 2014 ACM Conference on SIGCOMM*, SIGCOMM'14. New York, NY, USA, 2014, pp. 163–174.
- [46] H. Mekky, F. Hao, S. Mukherjee, Z.-L. Zhang, and T. Lakshman. Application-aware data plane processing in sdn. In *Proceedings of ACM SIGCOMM Workshop on Hot Topics in Software Defined Networking (HotSDN'14)*, ACM, 2014, pp.13–18.
- [47] Masoud Moshref, Apoorv Bhargava, Adhip Gupta, Minlan Yu, Ramesh Govindan, "Flow-level State Transition as a New Switch Primitive for SDN," *ACM HotSDN'14, Procs of the 3rd workshop on Hot topics in software defined networking*, August 22, 2014, Chicago, IL, USA. pp. 61-66.
- [48] Lucas F. Müller, Rodrigo R. Oliveira, Marcelo C. Luizelli, Luciano P. Gaspary, Marinho P. Barcellos, "Survivor: An enhanced controller placement strategy for improving SDN survivability," *2014 IEEE Global Communications Conference*, 2014, pp.1909-1915.
- [49] "OpenFlow-enabled SDN and Network Functions Virtualization," *ONF Solution Brief*, February 17, 2014.
- [50] Christian Esteve Rothenberg, Roy Chua, Josh Bailey, Martin Winter, Carlos Correa, Sidney C. de Lucena, Marcos Rogério Salvador, Thomas Nadeau, "When Open Source Meets Network Control Planes," *Open Networking report*, 2014,

- [51] Reimer Helmut, Pohlmann Norbert, Schneider Wolfgang, "ISSE 2014 Securing Electronic Business Processes," Highlights of the Information Security Solutions Europe 2014 Conf.
- [52] Muhammad Adnan Tariq, Joel Brynielsson, Henrik Artman, "The security awareness paradox: A case study", ASONAM'2014, IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining, 2014, pp.704-711.
- [53] M. Tasch, R. Khondoker, R. Marx, and K. Bayarou, "Security Analysis of Security Applications for Software Defined Networks," Proc of the AINTEC 2014 on Asian Int Eng Conf, ser. AINTEC '14. New York, NY, USA: ACM, 2014, pp.23:23–23:30.
- [54] K. Zheng, X. Wang, L. Li, and X. Wang, "Joint power optimization of data center network and servers with correlation analysis," In 2014 IEEE Conference on Computer Communications, INFOCOM 2014,
- [55] Matthieu Coudron, Stefano Secci, Guy Pujolle, Guido Maier, Achille Pattavina, "Boosting Cloud Communications through a Crosslayer Multipath Protocol Architecture LIP6, SDN4FNS #59 , IT ICT, Trento, Nov 12 2013.
- [56] Michael Coughlin, "A Survey of SDN Security Research," Preliminary PhD Exam at University of Colorado Boulder, University of Colorado Boulder, 2013.
- [57] S. Fayazbakhsh, V. Sekar, M. Yu, and J. Mogul. "Flowtags: Enforcing network-wide policies in the presence of dynamic middlebox actions." In Proceedings of ACM SIGCOMM Workshop on Hot Topics in Software Defined Networking (HotSDN'13), August 2013.
- [58] A. Fischer, J. Botero, M. Till Beck, H. de Meer, and X. Hesselbach, "Virtual network embedding: A survey," Communications Surveys Tutorials, IEEE, vol. 15, no. 4, pp. 1888–1906, Fourth 2013.
- [59] S. Jain, A. Kumar, S. Mandal, J. Ong, L. Poutievski, A. Singh, S. Venkata, J. Wanderer, J. Zhou, M. Zhu, et al. B4: Experience with a globally-deployed software defined wan. In ACM SIGCOMM Computer Communication Review, vol 43, ACM, 2013, pp.3-14.
- [60] Yury Jiménez; Cristina Cervelló-Pastor; Aurelio J. García, "Defining a network management architecture," 21st IEEE International Conference on Network Protocols (ICNP), 2013, pp.1-3.
- [61] H. Jin, T. Cheocheongngarn, D. Levy, A. Smith, D. Pan, J. Liu, and N. Pissinou, "Joint host-network optimization for energy-efficient data center networking," in Proceedings of the 2013 IEEE 27th International Symposium on Parallel Distributed Processing (IPDPS), May 2013, pp. 623–634.
- [62] P. Kazemian, M. Chang, H. Zeng, G. Varghese, N. McKeown, S. Whyte. "Real time network policy checking using header space analysis." In Proceedings of the 10th USENIX conference on Networked Systems Design and Implementation, USENIX Association, 2013, pp.99-112.
- [63] A. Khurshid, X. Zou, W. Zhou, M. Caesar, and P. B. Godfrey. Veriflow: verifying network-wide invariants in real time. In Proceedings of the 10th USENIX conference on Networked Systems Design and Implementation, USENIX Association, 2013, pp. 15–28.
- [64] R. Kloti, V. Kotronis, and P. Smith, "OpenFlow: A security analysis," in Network Protocols (ICNP), 21st IEEE International Conference, 2013, pp. 1–6.
- [65] Pingping Lin, Jonathan Hart, Umesh Krishnaswamy, Tetsuya Murakami, Masayoshi Kobayashi, Ali Al-Shabibi, Kuang-Ching Wang, Jun Bi, "Seamless Interworking of SDN and IP," ACM SIGCOMM'13, Aug 12-16 2013, Hong Kong, China. pp.475-476.
- [66] Matthew Monaco, Oliver Michel, Eric Keller, "Applying Operating System Principles to SDN Controller Design," ACM Hotnets'13, November 21–22, 2013. pp.1-7.
- [67] T. Nadeau and K. Gray, "SDN: Software Defined Networks", O'Reilly Media, Oct. 2013.
- [68] Peter Peresini, Maciej Kuzniar, Dejan Kostic, "OpenFlow Needs You! A Call for a Discussion About a Cleaner OpenFlow API," Proceedings of the 2nd European Workshop on Software Defined Networks (EWSDN), 2013.
- [69] G. Santana, "Data Center Virtualization Fundamentals," Cisco Press, 2013, ISBN:1587143240,

- [70] S. Shin, V. Yegneswaran, P. Porras, and G. Gu. Avant-guard: scalable and vigilant switch flow management in software-defined networks. In Proc of the 20th ACM conference on Computer and communications security (CCS'13), ACM, 2013. pp. 413-424.
- [71] J. Teixeira, G. Antichi, D. Adami, A. Del Chiaro, S. Giordano, A. Santos, "Datacenter in a box: Test your sdn cloud-datacenter controller at home," in Proceedings of the 2013 Second European Workshop on Software Defined Networks (EWSDN), Oct 2013, pp. 99–104.
- [72] Allan Vidal¹, Fabio Verdi, Eder Leao Fernandes, Christian Esteve Rothenberg, Marcos Rogerio Salvador, "Building upon RouteFlow: a SDN development experience," Anais, 31st Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos – SBRC 2013, pp.879-892.
- [73] Luis Bautista¹, Alain Abran², Alain April, "Design of a Performance Measurement Framework for Cloud Computing," Journal of Software Engineering and Applications (JSEA), Vol.5 No.2, 2012. pp.69-75.
- [74] Carlo D'Ortenzio, "Understanding Change and Change Management Processes: A Case Study," PhD Thesis, University of Canberra, Canberra, Australia, 9 August 2012.
- [75] R. Guerzoni et al. "Network functions virtualisation: an introduction, benefits, enablers, challenges and call for action," Introductory white paper. In SDN and OpenFlow World Congress, 2012.
- [76] V. Josyula, M. Orr, and G. Page, "Cloud Computing: Automating the Virtualized Data Center," Cisco Press, ISBN: 1587204347, 2012.
- [77] D. Kliazovich, P. Bouvry, and S. U. Khan, "GreenCloud: a packet-level simulator of energy-aware cloud computing data centers," Journal of Supercomputing, vol. 62, no. 3, Dec. 2012, pp. 1263–1283.
- [78] A. Nunez, J. L. Vázquez-Poletti, A. C. Caminero, G. G. Castañeda, J. Carretero, and I. M. Llorente, "iCanCloud: A flexible and scalable cloud infrastructure simulator," Journal of Grid Computing, vol. 10, no. 1, Mar. 2012, pp.185–209.
- [79] P. Porras, S. Shin, V. Yegneswaran, M. Fong, M. Tyson, and G. Gu. A security enforcement kernel for openflow networks." In Proceedings of ACM SIGCOMM Workshop on Hot Topics in Software Defined Networking (HotSDN'12), August 2012.
- [80] Z. Qian and Z. M. Mao, "Off-path tcp sequence number inference attack-how firewall middleboxes reduce security." In Security and Privacy (SP), 2012 IEEE Symposium on, IEEE, 2012, pp.347–361.
- [81] Z. Qian, Z. M. Mao, and Y. Xie, "Collaborative tcp sequence number inference attack: how to crack sequence number under a second." In Proc of the 2012 ACM conference on Computer and communications security, ACM 2012, pp.593–604.
- [82] X. Wang, Y. Yao, X. Wang, K. Lu, and Q. Cao, "Carpo: Correlation-aware power optimization in data center networks," in Proceedings of the 2012 IEEE INFOCOM, March 2012, pp. 1125–1133.
- [83] R. N. Calheiros, R. Ranjan, A. Beloglazov, C. A. De Rose, and R. Buyya, "Cloudsim: a toolkit for modeling and simulation of cloud computing environments and evaluation of resource provisioning algorithms," Software: Practice and Experience, vol. 41, no. 1, 2011, pp. 23–50.
- [84] D. Citron and A. Zlotnick, "Testing large-scale cloud management," IBM Journal of Research and Development, vol. 55, no. 6, Nov. 2011.
- [85] A. R. Curtis, J. C. Mogul, J. Tourrilhes, P. Yalagandula, P. Sharma, S. Banerjee. "Devoflow: Scaling flow management for high-performance networks." In ACM SIGCOMM, 2011.
- [86] S. K. Garg and R. Buyya, "Networkcloudsim: Modelling parallel applications in cloud simulations," in Proceedings of the 2011 Fourth IEEE International Conference on Utility and Cloud Computing (UCC'11). Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2011, pp.105–113.
- [87] K. Mills, J. Filliben, and C. Dabrowski, "Comparing vm-placement algorithms for on-demand clouds," in Proceedings of the 2011 IEEE Third International Conference on Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), Nov 2011, pp. 91–98.
- [88] Marcelo R. Nascimento, Christian E. Rothenberg, Marcos R. Salvador, Carlos N. A. Corrêa, Sidney C. de Lucena, "Virtual Routers as a Service: The RouteFlow Approach Leveraging Software-Defined Networks," ACM CFI'11, Seoul, Korea, June 13-15, 2011.

- [89] M. Casado, T. Koponen, R. Ramanathan, S. Shenker, "Virtualizing the network forwarding plane," In ASM PRESTO '10, November 30, 2010.
- [90] Fisher, C., Winter, R., & Aier, S., "What is an Solutions architecture principle? Towards a consolidated definition," Springer White Paper SCI 317, 2010.
- [91] B. Lantz, B. Heller, and N. McKeown, "A network in a laptop: Rapid prototyping for software-defined networks," in Proceedings of the 9th ACM SIGCOMM Workshop on Hot Topics in Networks, ser. Hotnets-IX. New York, NY, USA: ACM, 2010, pp. 19:1–19:6.
- [92] P. J. Walsh, "DoD Net-Centric Services Strategy Implementation in the C2 Domain," Institute for Defense Analysis Paper P-4549, Feb 2010.
- [93] Buckl, S., Matthes, F., & Schweda, C. M. "A viable system perspective on Solutions architecture management." IEEE International Conference on Systems, Man & Cybernetics, (SMC), 2009, pp.1483-1488.
- [94] Judith Dahmann, , Kristen J. Baldwin, and George Rebovich Jr., "Systems of Systems and Net-Centric Enterprise Systems," 7th Annual Conference on Systems Engineering Research 2009 (CSER 2009)
- [95] Jørgensen, H. D., Karlsen, D., & Lillehagen, F. "Collaborative modeling and meta-modeling with the Solutions knowledge architecture: Solutions modeling and information systems architectures." SIG-MoBIS-An International Journal German Informatics Society,1(1), 2009, pp.1-4.
- [96] Macaulay, C., Sloan, D., Jiang, X., Forbes, P., Loynton, S., Swedlow, J. R., & Gregor, P., "Usability and user-centered design in scientific software development." IEEE Software, 26(1), 2009, pp.96-102.
- [97] Rowlands, B., "A social actor understanding of the institutional structures at play in information systems development." Information Technology & People, 22(1), 2009, pp.51-62.
- [98] C.-M. Chen and S.-H. Hsu, "Personalized intelligent mobile learning system for supporting effective English learning," *Educ. Technol. Soc.*, vol. 11, no. 3, pp. 153–180, Jul. 2008.
- [99] Norbert Egi, Adam Greenhalgh, Mark Handley, Mickael Hoerd, Felipe Huici, Laurent Mathy, "Towards High Performance Virtual Routers on Commodity Hardware," In Proceedings of ACM CoNEXT 2008, Madrid, SPAIN, December 10-12, 2008.
- [100] Christine Leja, Richard C. Barnier, Charles L. Brown, Paul F. Dittmann, Paul Koziel, Mark Welle, J.T. Westermeier, "Virtualization and Its Benefits," AITP – Research and Strategy Advisory Group AITP Research and Strategy Advisory Group, October 14, 2008.
- [101] N. McKeown, T. Anderson, H. Balakrishnan, G. Parulkar, L. Peterson, J. Rexford, S. Shenker, and J. Turner, "OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks," SIGCOMM Comput. Commun. Rev., vol.38, no.2, Mar. 2008, pp.69–74.
- [102] S. A. Petersen and J.-K. Markiewicz, "PALLAS: Personalised Language Learning on Mobile Devices," in *Fifth IEEE International Conference on Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technology in Education (wmut 2008)*, 2008, pp. 52–59.
- [103] "Communications Enabled Business Processes," Avaya Inc., 02/07 • MIS3391, 2007.
- [104] Martin Casado, "Architectural Support for Security Management In Enterprise Networks," A Dissertation, Stanford University, December 2007.
- [105] "Department of Defense Net-Centric Services Strategy; Strategy for a Net-Centric, Service Oriented DoD Enterprise," Reprot DoD CIO, March 2007.
- [106] Fu, X., Schulzrinne, H., Bader, A., Hogrefe, D., Kappler, C., & Karagiannis, G. et al. "NSIS: A New Extensible IP Signaling Protocol Suite," (IETF NSIS working group). New York: Columbia University, Deptment of Computer Science, 2006.
- [107] Ross, J. W., Weill, P., & Robertson, D. C. "To execute your strategy, first build your foundation," In Solutions architecture as strategy. Boston, MA: Harvard Business School Press, 2006, pp. 1-10.
- [108] Swarz, R. S., DeRosa, J. K. "A framework for Solutions engineering processes." Bedford, MA: MITRE Corporation. Case # 06-1163, 2006.

- [109] Tim Weilkiens, "Systems Engineering with SysML/UML Modeling, Analysis, Design," Dpunkt. verlag GmbH, Heidelberg, Germany , 2006.
- [110] A. Greenberg, G. Hjalmtysson, D. A. Maltz, A. Myers, J. Rexford, G. Xie, H. Yan, J. Zhan, H. Zhang, "A Clean Slate 4D Approach to Network Control and Management," In In ACM SIGCOMM Computer Communication Review, October 2005.
- [111] Palanisamy, R., "Strategic information systems planning model for building flexibility and success," Industrial Management + Data Systems, 105(1), 2005, pp.63-81.
- [112] Pattavina, A. "Architectures and Performance of Optical Packet Switching Nodes for IP Networks." Journal of Lightwave Technology, Vol.23, 2005. pp.1023-1032.
- [113] "V-Modell XT: Part 1: Fundamentals of the V-Modell," Bundesrepublik Deutschland, 2004.
- [114] Camarinha. M., & Afsarmanesh, H., "The emerging discipline of collaborative networks: Virtual Solutionss and Collaborative Networks." Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers. 2004 , pp.3-16.
- [115] Micha Pióro, Deepankar Medhi, "Routing, Flow, and Capacity Design in Communication and Computer Networks," Morg. Kaufmann, Elsevier Inc., 2004.
- [116] Chandhok, N., Duresi, A., Jagannathan, R., Jain, R., Seetharam, S., & Vinodkrishnan, K. "IP over Optical Networks: A Summary of Issues," (IPO and MPLS Working Groups). United States: IETF.
- [117] Curry, C., & Ferguson., J., "Increasing the success of the global information technology strategy planning process." Proceedings of the 33rd IEEE Hawaii International Conference on System Sciences.10(2), 2000, pp.908-918.
- [118] Bala Rajagopalan, Dimitrios Pendarakis, Debanjan Saha, Ramu S. Ramamoorthy, Krishna Bala, "IP over Optical Networks: Architectural Aspects," Optical Networking Solutions for Next-Generation Internet Networks, IEEE Communications Magazine, September 2000, pp.94-102.
- [119] Kevin Forsberg, Mr. Harold Mooz, "System Engineering for Faster, Cheaper, Better," Center for Systems Management, 1998.

3. Полазне хипотезе

Главна хипотеза која ће бити тестирана у раду гласи:

Развојем и применом новог модела за пројектовање адаптивних безбедних архитектура мрежних система са симетричним топологијама приватних cloud система или топологијама без симетрије какве постоје у наслеђеним системима, унапређује се квалитет пројектоване архитектуре, олакшава се каснија адаптивност у складу са променама карактеристика апликација које се извршавају на имплементираној мрежи, повећава се степен искоришћења мреже и побољшава се економски параметар повратка инвестираних средстава.

На основу дефинисаног предмета истраживања може се издвојити неколико посебних хипотеза:

- Х0.1. Могуће је развити скуп патерна пројектовања мреже заснованих на одвојеном и независном приступу пројектовању хардверске и софтверске инфраструктуре, као и пројектовању пословних процеса.
- Х0.2. Пројектовање архитектуре је могуће прилагодити спецификацијама које нису расположиве у време када се коначни облик архитектуре финализира.

Даљим прецизирањем наведених посебних хипотеза, формулишу се појединачне подхипотезе:

- Х0.1.1. Применом хипотезе о издвојеном приступу пројектовању архитектуре у три нивоа, а у циљу оптимизације свеукупне продуктивности организације, могуће је

моделирати будући систем са препорукама да се пословни процес промени на основу усклађених патерна како би се адаптивност у сва три нивоа максимизирала.

- X0.1.2. Уместо да се адаптивност постигне флексибилном изменом конфигурационих параметара чиме би се у основи задржао непромењени систем, комплексност модерних система са готово немогућим административним праћењем свих конфигурационих параметара постаће могуће компензовати софтверском аутоматизацијом, тј. имплементацијом идентификованих патерна.
- X0.1.3. Адаптивну архитектуру засновану на прилагођавању променама физичких хардверских компоненти променама корисничких апликација као и променама у пословним процесима, могуће је реализовати оптималном софтверском контролом.
- X0.2.1. Адаптивност контролисана софтвером ће бити могућа у оквиру пословног процеса са адаптацијом регулатива, тј. политика.
- X0.2.2. Адаптивност контролисана софтвером је могућа на хардверском нивоу.
- X0.2.3. Адаптивност контролисана софтвером ће бити могућа на мрежно тополошком нивоу кроз флексибилно позиционирање софтверског контролера мреже.
- X0.2.4. Скуп идентификованих патерна се може интегрисати у јединствену методологију пројектовања комплексних система.

Наведене хипотезе и подхипотезе се могу појаснити на следећи начин:

1. Пројектовање пословних система само на основу функционалних захтева је неодговарајуће у случају комплексних пословних система велике унутрашње и отворене спољашње повезаности.
2. Пројектовање пословних процеса у предузећу је потребно извести интегрисано тј. у кохезији са пројектовањем рачунарске мреже. Пројектовање рачунарске мреже као хардверско-софтверске инфраструктуре пословног система је потребно извести интегрисано са следећим захтевима:
 - a. Задовољавање функционалних захтева (класични захтев).
 - b. Задовољавање захтева перформанси (брзина преноса података, ефикасност, транспарентност корисничких проблема употребе, једноставно скалирање система, итд.).
 - c. Задовољење захтева за безбедношћу (развојем подсистема за спречавање упада као и подсистема за ерадикацију успешног упада уз минималне штете и велику брзину опоравка од упада).
3. Могуће је концепте SDN проширити, из домена ИКТ, у домен пословних процеса и архитектуре пословног система.
4. Многобројне индивидуалне ад-хок технике и методе системског инжењеринга архитектуре се могу интегрисати у скуп пројектних патерна за хибридно пројектовање архитектуре пословних система са гарантованим перформансама, безбедношном робусношћу и отвореношћу не само на скалирање већ и на драстичне функционалне измене у току експлоатације система.
5. Методу оптималног позиционирања софтверског контролера мреже, система складиштења или пословног процеса је могуће прецизно дефинисати и верификовати при пројектовању.

4. Научне методе истраживања

У сврху израде овог рада, од општих научних метода користиће се методе прикупљања и анализе постојећих научних резултата и достигнућа, моделирање, симулација, аналитичко-дедуктивна и статистичка метода. Моделирање се користи приликом израде модела архитектуре система комплексних интегрисаних мрежа објектно-оријентисаним методама

употребом униформног језика за моделирање UML. Оријентација у овим истраживањима је да се са домена комплексних софтверских архитектура мигрира фокус на комплексне архитектуре пословних система, а посебно мрежних система. У раду на анализи спецификација и домена проблема, као и на пројектовању архитектуре користиће се формални дијаграми усклађеним са UML стандардом.

Софтвер који је потребно развити за симулације модела је заснован на стандардним програмским језицима као што су Python, Java, C и шел језици. Системски и софтвер за виртуализацију укључује оперативне системе Unix, Linux, Windows, KVM, Libvirt, VMWare и VirtualBox. Поред основних системских и програмских алата користиће се и отворена софтверска решења апликативни програмски интерфејси за повезивање контролне и физичке равни мреже засновани на OpenFlow протоколу. На вишим нивоима архитектуре се разматра употреба протокола и пројеката отвореног кода за оркестрацију мрежних активности, као што су Cloudify (за оркестрацију cloud-a) и Tacker (за оркестрацију виртуализованих мрежних функција). Хардвер који ће бити коришћен за израду и евалуацију прототипских верзија архитектура ће чинити углавном стандардни уређаји за обраду мрежног саобраћаја.

Једна од метода при истраживању су хибридне симулације, повезивањем виртуализованих мрежа са више умрежених рачунара и физичких мрежа са физичком мрежном опремом, као што су то свичеви и рутери.

У вези са квантитативном карактеризацијом особина мрежних архитектура, оквир истраживања ће обухватити стандардне математичке апарате који се примењују у рачунарским мрежама: теорија графова, теорија скупова, вероватноћа, статистика са стохастичким процесима, теорија опслуживања редова чекања са анализом саобраћаја, теорија поузданости и робусности.

Предложени приступни рад има две димензије: организациону и техничку, тако да је и релевантна литература организована у два сегмента:

1. Референце из научне области организационих наука (системи и решења архитектура и процес инжењеринга).
2. Референце из научне области техничких наука (рачунарства, рачунарских мрежа, пројектовања софтвера и сајбер безбедности).

5. Очекивани научни допринос

Најзначајнији научни допринос овог рада ће бити развој модела адаптивне архитектуре комплексних система са фокусом на безбедне архитектуре рачунарских мрежа. Финални резултат истраживања биће имплементиран у софтверу кроз симулацију, у хардверу кроз израду прототипа елементарних делова архитектуре, и кроз хибридну интеграцију обе имплементације.

Очекивани кључни научни доприноси овог рада су:

- Формални опис приступа пројектовању архитектуре променљивих комплексних система заснованог на системском инжењерству, употребом идентификованих патерна пројектовања и објектно-оријентисаних језика за моделирање као што је то UML.
- Идентификовани патерни пројектовања безбедних комплексних мрежа.
- Модел мрежне архитектуре променљивих пословних система.
- Методи карактеризације архитектуре.
- Модел пројектовања пословних процеса које подржава мрежа.
- Идентификација софтвера и алгоритама контроле адаптације и промена архитектуре.

- Примена претходно наведених метода на централизовану софтверски контролисану мрежу са оптимизацијом позиционирања мрежног контролера.
- Модел архитектуре са дистрибуираном мрежом контролера.
- Мерење и квантификацији остварених резултата применом предложених решења.

Рад на овом приступном раду резултоваће и низом стручних доприноса од којих су могу издвојити:

- Анализа динамике пословних процеса на примерима.
- Преглед постојећих методологија развоја софтверски дефинисаних мрежа.
- Преглед, анализа постојећих конфигурационих и софтверских решења за адаптацију архитектуре.
- Симулација и развој софтвера контролера са применом новог алгоритма за дистрибуирану контролу мреже.
- Дефиниција и тестирање алгоритма оптималног позиционирања SDN контролера.

Поред фокуса на унапређење архитектура са аспекта квалитета сервиса (енг. quality of service, QoS), овај приступни рад посветиће пажњу скупу параметара који се односи на квалитет корисничког искуства (енг. quality of experience, QoE/QoX), тј. на субјективни доживљај при коришћењу имплементираних технологија.

Са становишта друштвене корисности рада описаног у овом тексту може се установити следеће:

- Истраживање проблема пројектовања комплексних система, а посебно безбедних рачунарских мрежа је једна од најактуелнијих истраживачко-развојних тема у задњој декади. Предложена истраживања имају сврху да минимизирају и уклоне ограничења конективности високог квалитета сервиса. Један од циљева истраживања је приближавање идеје о мрежи као сервису и реалности њене имплементације.
- После значајних промена у коришћењу рачунара у пословању и у свакодневним активностима, могу се очекивати даље промене у корисничким захтевима. Како је системска инфраструктура тесно повезана са капиталним инвестицијама и са трошковима одржавања, тј. са максимизирањем повраћаја инвестиције, на основу ових истраживања се може очекивати континуирано остварење максималне исплативости уложених средстава, како на нивоу пословних и државних организација, тако и на индивидуалном плану појединца који користи пројектоване системе.
- Друштвени доприноси овог рада ће допринети бољем и бржем развоју мрежне инфраструктуре, и посредно довести до побољшања пословања и бржег прилагођавања предузећа захтевима корисника.

Друштвена корисност овог рада је заснована на оријентацији да се:

- Увећа коришћење софтвера у пословању предузећа;
- Смањи коришћење хардвера;
- Смањи потрошња електричне енергије;
- Максимизира прилагодљивост предузећа на променљиве услова пословања;
- Максимизира безбедност система и приватност корисника.

6. План истраживања и структура рада

План истраживања докторске дисертације приказан је у следећој табели:

	ФАЗА	ЗАДАТАК	МЕТОДЕ, ТЕХНИКЕ, СТАНДАРДИ
1.	Анализа постојећег стања и досадашњих резултата истраживања	- Прикупљање информација у циљу анализе постојећег стања и досадашњих резултата у реализацији адаптивних архитектура применом системског инжењерства.	- Претраживање база података - Претраживање научне и стручне литературе, и релевантних стандарда - Претраживање Интернет ресурса - Студије случаја примене SDN и виртуализације протока податка.
2.	Предлог модела	- Систематизација и анализа постојећих метода и устаљених пракси које дају решења за пројектовање адаптивних архитектура великих рачунарских мрежа и система. - Моделирање и идентификација патерна пројектовања који воде ка адаптивним решењима.	- Претраживање база података - Претраживање научне и стручне литературе. - Претраживање Интернет ресурса. - Посета стручним конференцијама на тему отворених мрежних система. - Студије практичних случајева и решења које индустријски лидери нуде. - Интервју са стручњацима из релевантних области.
3.	Развој модела	- Анализа постојећих модела - Развој метода карактеризације архитектура као пројектовања на највишем нивоу апстракције. - Идентификација кључних компоненти архитектуре која је потребно контролисати.	- Анализа постојећих протокола и њихова употреба у слојевитим архитектурама модерних мрежних решења са позиционирањем SDN контролера и виртуализацијом протока саобраћаја. - Примена системског инжењеринга архитектуре комплексних система. - Примена објектно-оријентисаног приступа за дефинисање предложених патерна пројектовања применом језика UML. - Симулације коришћењем пакета Opnet, PacketTracer, Mininet, и Emulab. - Предиктивне анализа и обрада великих количина података потребних за адаптивност.
4.	Развој методологије	- Планирање - Идентификација дистрибуираних стања мреже - Проналажење алгорита за ефикасну идентификацију кључних стања - Пројектовање мрежног контролера. - Пројектовање - Имплементација - Унапређење	- Аналитичко-дедуктивна метода. - Комбинација симулационих метода са физичким прототипом и мерење перформанси. - Предиктивна анализа и обрада великих количина података. - Стандардне статистичке методе. - Стандардне методе машинског учења.
5.	Пројектовање решења	- Идентификација основних елемената архитектуре. - Идентификација	- Апстракција и виртуализација. - Анализа комплексности и хијерархијска редукција

		апстракције, интерфејса и модула. - Софтверска симулација основних елемената.	комплексности. - Екстракција једноставности и идентификација интерфејса између слојева архитектуре.
6.	Постављање хардверско софтверске инфраструктуре прототипа	- Дизајн структуре - Упрошћење модела архитектуре кроз апстрактно моделирање и виртуализацију. - Апстракција спецификација. - Апстракција прослеђивања саобраћаја. - SDN апстракције - Дистрибуција - Прослеђивање - Конфигурација	- Хардверске методе пројектовања мрежног слоја за управљање протоком саобраћаја. - Методе мануелне конфигурације фирмвера и софтвера уређаја типа свич, рутер и фајервол. - Методе аутоматизације активности конфигурација. - Методе софтверске контроле мрежа изван концепта конфигурације.
7.	Примена модела за пројектовање комплексних архитектура.	- Тестирање и имплементација развијене методологије и модела. - Симулација решења са променљивим оптерећењима. - Имплементација прототипа и мерења на протипу. - Анализа резултата примене предложеног метода пројектовања и идентификација корективних мера.	- Методе анализе функционалних захтева и једноставности превода захтева у елементе архитектуре. - Методе анализе безбедносних захтева и њихова примена у дизајну архитектуре. - Математичке методе анализе карактеристика мрежног саобраћаја. - Методе пројектовања апликационих интерфејса са опремом и контролним софтвером. - Програмирање контролних функција. - Верификација и валидација.
8.	Закључак	- Анализа предложеног решења. - Предлог будућег истраживања.	- Анализа - Синтеза - Примери

ФАЗА	МЕСЕЦ											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												

Оквирно, структуру докторске дисертације сачињавала би следећа поглавља:

1. Увод

- Дефинисање предмета истраживања
- Циљеви истраживања
- Полазне хипотезе
- Методологија истраживања

- Структура и организација рада
- 2. Преглед литературе и прелиминарна разматрања**
 - Класични прилаз комплексним архитектурама информационих система предузећа
 - Преглед развоја актуелних ИКТ решења у рачунарским мрежама великих предузећа
 - Експанзија интернета и дигитализација пословања
- 3. Преглед концептуалних адаптивних решења**
 - Системско инжењерство у информационих системима великих предузећа
 - Концепт апстракције и виртуелизације инфраструктуре
 - Виртуализација рачунарских мрежа
 - Виртуализација протока података
 - Софтверски дефинисане мреже
- 4. Дефиниција методологија системског инжењеринга**
 - Модели методологија системског инжењеринга
 - Анализа постојећих модела
 - Системски инжењеринг
 - Системска архитектура
- 5. Карактеризација перформанси и алгоритми за позиционирање SDN контролера**
 - Карактеризација перформанси
 - Функционални захтеви и дефиниција перформанси
 - Софтверско моделирање и методе симулација
 - Тестирање и мерења на физичком прототипу
 - Безбедносни захтеви и карактеризација решења
- 6. Анализа мрежа коришћењем метода системског инжењеринга**
 - Селекција основних елемената архитектуре
 - Симулације елемената архитектуре
 - Физичка карактеризација прототипа елемената архитектуре
- 7. Карактеризација SDN мрежа типа Fabric Connect**
 - Преглед технологија свича типа Fabric Connect
 - Хијерархијске, симетричне и асиметричне топологије мрежних транк линија
 - Проблем позиционирања SDN контролера
 - Оптимално и адаптивбилно позиционирање SDN контролера
- 8. Карактеризација решења са виртуализованим мрежним функцијама**
 - Преглед сервиса умрежавања
 - Виртуализација сервиса умрежавања
 - Комплементарност NFV и SDN
 - Хибридна оптимизација NFV и SDN
- 9. Научни и стручни доприноси**
 - Сажетак постојећих прилаза проблемима приказаних истраживања
 - Опис разлика у приказаним и постојећим прилазима приказаних истраживања
 - Опис идејне еволуције од постојећих решења до нових приказаних решења
 - Предности приказаних модела и решења
 - Ограничења приказаних модела и решења
- 10. Закључак и будућа истраживања**
- 11. Прилози**
 - Моделирање и симулације
 - Методе мерења
 - Примери
- 12. Референце**

7. Закључак и предлог

Из изложеног се може закључити да кандидат Vito Leggio испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању за одобрење израде докторске дисертације под насловом „Методологија развоја и анализа перформанси адаптивних безбедних софтверски дефинисаних мрежа“.

Vito Leggio поседује неопходна знања из рачунарске технике и информатике, рачунарских мрежа и информационих технологија за успешан рад на докторској дисертацији.

Тема припада ужој научној области Електронско пословање, мултидисциплинарна је и актуелна. Добијени резултати допринеће унапређењу ИТ инфраструктуре у великим пословним системима и могу имати практичну примену у различитим контекстима.

На основу свега наведеног, комисија предлаже Наставно-научном већу да прихвати предложену тему и одобри израду пријављене докторске дисертације. За ментора докторске дисертације предлаже се др Божидар Раденковић, редовни професор Факултета организационих наука, Универзитета у Београду.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

др Божидар Раденковић, редовни професор
Факултета организационих наука,
Универзитета у Београду

др Маријана Деспотовић-Зракић, редовни професор
Факултета организационих наука,
Универзитета у Београду

др Зорица Богдановић, ванредни професор
Факултета организационих наука,
Универзитета у Београду

др Радомир Михајловић, редовни професор
Унион универзитета Никола Тесла у Београду и
New York Institute of Technology, Сједињене Америчке Државе

др Вељко Милутиновић, редовни професор
Државног универзитета у Новом Пазару

Београд, 21.04.2017.