

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Стефана Тубића, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, за израду докторске дисертације под насловом „**Језик за опис архитектуре софтверских система заснован на функционалној декомпозицији**”.

Одлуком бр. 1630/28 од 7.11.2023. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Стефана Тубића, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „**Језик за опис архитектуре софтверских система заснован на функционалној декомпозицији**” (енг. *Language for description of an architecture of software systems based on functional decomposition*).

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Стефан Тубић рођен је 25.08.1991. године у Крагујевцу. Завршио је основну школу Мирко Јовановић 2006. године у Крагујевцу са просечном оценом 5,00, као ђак генерације и носилац дипломе Вук Караџић и добијао награде на такмичењима из математике и физике. Затим 2010. године завршава Прву крагујевачку гимназију, унутар одељења обдарених за математику, са просечном оценом 5,00 где је учествовао на такмичењима из информатике, математике и физике.

Основне академске студије на Електротехничком факултету у Београду уписао је 2010. године и изабрао Одсек за рачунарску технику и информатику. Током основних студија радио је као демонстратор на више предмета при Катедри за рачунарску технику и информатику. Дипломирао је на студијском програму Електротехника и рачунарство 2014. године, након четири године студија, са просечном оценом 9,00 и оценом 10 на дипломском испиту. Тема дипломског рада је „Примена алгоритама у компјутерским играма”, а ментор рада је проф. др Зоран Јовановић. Стефан је био на пракси у фирми Intellex d.o.o. где је радио на развоју iOS апликација.

Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду уписао је 2014. године на Одсеку за рачунарску технику и информатику. Мастер студије је завршио 2016. године са просечном оценом 9,83 и оценом 10 на мастер раду. Тема мастер рада је „Имплементација софтвера за филтрирање нежељених порука употребом класификационих алгоритама”, а ментор рада је проф. др Милош Цветановић.

Докторске академске студије на Електротехничком факултету у Београду уписао је 2016. године на модулу за Рачунарску технику и информатику. До сада је остварио 120 ЕСПБ, односно

положио све испите предвиђене студијским програмом са оценом 10. У току докторских студија објавио је један рад у међународном часопису са импакт фактором, један рад на међународној конференцији и два рада на домаћим конференцијама. Од 2019. до 2023. Стефан Тубић је ангажован на међународном пројекту Уједињених нација програма за развој под називом: „Пројекат за преквалификације у ИТ сектору”. Од 2016. до данас је ангажован на пројекту Министарства науке, технолошког развоја и иновација бр. TR32047 под називом: „Развој хардверске, софтверске и телекомуникационе инфраструктуре е-система за контролу промета и пореза”. Код Министарства науке, технолошког развоја и иновација био ангажован на још 4 пројекта. Био је ангажован и на једном комерцијалном пројекту.

Од марта 2015. године запослен је као сарадник у настави на Катедри за рачунарску технику и информатику Електротехничког факултета у Београду. Од априла 2017. године запослен је као асистент на Катедри за рачунарску технику и информатику Електротехничког факултета у Београду. Био је ангажован у настави на 7 различитих предмета, који се изводе на оба студијска програма, Електротехника и рачунарство и Софтверско инжењерство и изводи вежбе на табли и лабораторијске вежбе за изузетно велики број студената, на све четири године основних студија, као и на мастер студијама.

Као асистент на Електротехничком факултету био је ангажован на следећим предметима: Базе података 1, Информациони системи 1, Информациони системи 2, Софтверски алати база података, Софтверско инжењерство великих база података, Рачунарске мреже 1, Програмирање 1. Оцењен је пондерисаном просечном оценом 4,03 на студентским анкетама у периоду од школске 2016/2017. до 2021/2022.

Говори течно енглески језик.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Стефан Тубић је у свом истраживачком раду показао изузетно интересовање за области архитектуре софтвера, функционалне декомпозиције, рачунарског размишљања, са посебним акцентом на архитектуралне језике.

Уписао је докторске академске студије школске 2016/2017. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, на Модулу за Рачунарску технику и информатику. Све испите предвиђеним овим студијским програмом је положио са просечном оценом 10,00 и остварио 120 ЕСПБ. Списак положених испита приказан је у табели која следи:

Назив предмета	Оцена	ЕСПБ	Датум полагања испита
(13Д081ФАП) Функционална анализа и примене	10	9	16.01.2020.
(13Д111СМ) Сензорске мреже	10	9	08.02.2020.
(13Д111ВИЕ) Вештачка интелигенција и експертски системи	10	9	15.07.2020.
(13Д111ЛРМ) Локалне рачунарске мреже	10	9	24.08.2020.
(13Д081СФ) Специјалне функције	10	9	11.09.2020.
(19Д111ИП) Интернет програмирање	10	9	08.07.2021.
(19Д111ВЛС) Пројектовање рачунара у ВЛСИ техници	10	9	09.07.2021.
(19Д111ОРБ) Објектне и релационе базе података	10	9	30.08.2021.
(19Д091УНР) Увод у научни рад	10	6	01.09.2021.
(19Д111ОПА) Одабрана поглавља из архитектуре рачунарских система	10	9	27.09.2021.

Кандидат је испунио све обавезе предвиђене наставним планом и програмом докторских студија: Студијски истраживачки рад I (15 ЕСПБ), Студијски истраживачки рад II (15 ЕСПБ) и Научно стручни рад (3 ЕСПБ).

Досадашњи резултати кандидата приказани су кроз више публикација на домаћим и међународним конференцијама као и једног рада у часопису са SCI листе. У наставку следи списак публикација:

Радови у часописима са SCI листе:

1. **S. Tubić**, M. Cvetanović, Z. Radivojević, S. Stojanović, **Annotated functional decomposition**, COMPUTER APPLICATIONS IN ENGINEERING EDUCATION, Vol. 29, No. 5, pp. 1390-1402, doi: 10.1002/cae.22394, Jan. 2021, ISSN: 1061-3773 (IF = 2.109 за 2021, M22)

Радови на страним конференцијама:

1. M. Cvetanović, Z. Radivojević, **S. Tubić**, **An approach for software design and development**, SINTEZA 2022, pp. 154-162, Belgrade, Serbia, Apr, 2022, ISSN/ISBN 978-86-7912-800-3 (M31)

Радови на домаћим конференцијама:

1. Т. Шекуларец, Ф. Хацић, **С. Тубић**, М. Вукасовић, **Софтвер за учење и тестирање SQL језика**, Зборник радова 28. научне конференције "YU INFO 2022", Информационо друштво Србије, Копаоник, Србија, Mar, 2022, ISSN/ISBN 978-86-85525-27-8 (M63)
2. **S. Tubić**, M. Cvetanović, Z. Radivojević, S. Stojanović, **Имплементација софтвера за филтрирање нежељених порука употребом класификационих алгоритама**, 61. конференција "ЕТРАН 2017", pp. RT3.5-1-RT3.5-7, Друштво за електронику, телекомуникације, рачунарство, аутоматику и нуклеарну технику, Кладово, Србија, Jun, 2017, ISSN/ISBN 978-86-7466-692-0 (M63)
3. **S. Tubić**, D. Drašković, **Реализација алгоритама A* у компјутерској игри**, 59. конференција "ЕТРАН 2015", Друштво за електронику, телекомуникације, рачунарство, аутоматику и нуклеарну технику, Сребрно језеро, Србија, Jun, 2015.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Дана 23.11.2023. године, кандидат Стефан Тубић је на Електротехничком факултету Универзитета у Београду усмено полагао испит о подобности предложене теме докторске дисертације и кандидата (докторски испит), пред комисијом у саставу:

- ван. проф. др Захарије Радивојевић, доктор електротехничких наука, ванредни професор, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду
- ред. проф. др Зоран Шеварац, доктор организационих наука, редовни професор, Факултет организационих наука, Универзитет у Београду
- ван. проф. др Горан Квашчев, доктор електротехничких наука, ванредни професор, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду

На јавној усменој одбрани предложене теме Комисија је кандидата оценила оценом задовољно.

2. Предмет и циљ истраживања

Процес развоја софтвера састоји се из више фаза, где карактеристике софтверског система као што су његова величина и намена одређују број и редослед фаза у развоју. Процес развоја софтвера обично се састоји од следећих фаза: дефинисање захтева, креирање описа архитектуре, дизајн на ниском нивоу, имплементација [1]. Након дефинисања захтева за софтверским системом, потребно је у раној фази развоја описати архитектуру софтверског

система која ће задовољити дефинисане захтеве. Опис архитектуре креира се језиком за опис архитектуре који се често назива архитектурални језик. Постоји велики број архитектуралних језика, који се разликују по већ добро дефинисаним карактеристикама и тако пружају различите технике за креирање описа архитектуре. Неке од карактеристика архитектуралних језика су између осталог нотација коју користи, проширивост, постојање алата при раду, дизајн оријентисан на архитектуру софтвера као и подршка за више погледа на архитектуру система [2].

Подршку за више погледа на архитектуру система пружа велики проценат архитектуралних језика (91%) како би се различитим заинтересованим странама за софтверски систем као што су архитекте, инжењери, администратори, менаџери, пружила могућност да систем сагледају из своје перспективе [2]. Временом архитектурални језици дефинисали су своје погледе на опис архитектуре у зависности од тога ко су заинтересоване стране [3-10]. Иако знатно помаже приликом описа архитектуре, погледи не морају бити међусобно конзистентни [11] и временом постају обимни и комплексни, што може отежати одржавање описа архитектуре. Како би се одржавање олакшало треба разрешити проблем конзистентности између погледа као и сагледати опис архитектуре у целисти.

Архитектурални језик се поред развоја софтвера у индустрији може користити и у образовању. Дефинисањем функционалности система, њиховом декомпозицијом на подфункционалности, поновне употребе функционалности у декомпозицији, дефинисањем контроле тока, тока података и могућност спецификације имплементације софтверског система, студентима се може објаснити рана фаза развоја софтвера. Додатно, подршка језика за рачунарско размишљање као методолошки приступ у решавању проблема [12][13] може допринети лакој разумевању и употреби језика као и олакшаном решавању проблема.

Предмет истраживања су архитектурални језици за опис софтверских система. Истраживање ће обухватити анализу постојећих архитектуралних језика, евалуацију њихових приступа у креирању описа архитектуре кроз погледе и приступа у решавању проблема конзистентности између погледа. Такође, истраживање ће обухватити анализу постојећих алата за примену архитектуралних језика.

Циљ истраживања је предлог новог архитектуралног језика. Предложени архитектурални језик ће поред креирања описа архитектуре, омогућити подршку за велики поглед као и подршку за више погледа на опис архитектуре. Подршку за решавање проблема конзистентности између погледа предложени архитектурални језик ће омогућити интегралним моделовањем. Како би се олакшала употреба и убрзало његово прихватање од стране нових корисника предложени архитектурални језик ће бити заснован на принципима рачунарског размишљања и функционалне декомпозиције.

Значај истраживања огледа се у могућности употребе предложеног архитектуралног језика у софтверској индустрији имајући у виду да ће поред предложеног језика бити развијен и алат који ће омогућити његову примену. Алат ће бити модуларно развијен тако да ће поред самосталне употребе бити омогућена и интеграција у постојећа окружења за развој софтвера. Поред употребе у индустрији предложени архитектурални језик би због заснованости на рачунарском размишљању био погодан за употребу у образовне сврхе.

3. Полазне хипотезе

Полазне хипотезе овог истраживања су:

- Могуће је предложити нов архитектурални језик који би подржао све принципе рачунарског размишљања.

- Могуће је користити интегрално моделирање за креирање описа архитектуре софтверског система кроз више погледа.
- Опис креиран предложеним архитектуралним језиком је могуће аутоматски превести у одговарајући опис за архитектурални језик који се тренутно користи у пракси.
- Коришћење новог архитектуралног језика може студентима олакшати креирање описа архитектуре у поређењу са архитектуралним језиком који се тренутно користи у пракси.
- Коришћење новог архитектуралног језика може студентима бити лак за разумевање у поређењу са архитектуралним језиком који се тренутно користи у пракси.
- Коришћење новог архитектуралног језика може олакшати уочавање неконзистентности у опису архитектуре у поређењу са архитектуралним језиком који се тренутно користи у пракси.

4. Научне методе истраживања

Истраживање ће почети претрагом литературе у области функционалне декомпозиције, архитектуралних језика и рачунарског размишљања као методолошког приступа у решавању проблема. Биће предложен и развијен нови архитектурални језик који ће имплементирати све принципе рачунарског размишљања, а који ће омогућити интегрално моделирање. Потом ће се приступити изради алата који ће омогућити употребу предложеног архитектуралног језика. Затим ће предложени архитектурални језик бити упоређен са архитектуралним језиком који се користи у пракси. Биће дефинисани поступци који ће омогућити да се на основу описа у предложеном архитектуралном језику аутоматски креирају одговарајући делови описа за архитектурални језик који се користи у пракси. Биће урађена квантитативна анализа предложеног архитектуралног језика спровођењем експеримената како би се проценило да ли језик олакшава решавање проблема у домену логичког дизајна софтверских система као и да ли олакшава уочавање неконзистентности у опису. Такође, биће урађена и квалитативна анализа предложеног архитектуралног језика спровођењем анкете како би се утврдило како студенти прихватају концепте предложеног језика.

5. Очекивани научни допринос

Очекивани научни доприноси дисертације су:

- Систематски преглед литературе у области функционалне декомпозиције и рачунарског размишљања.
- Предлог новог архитектуралног језика за опис софтверских система.
- Предлог поступака који на основу описа у новом архитектуралном језику аутоматски креирају одговарајуће делове описа за архитектурални језик који се користи у пракси.
- Пројектовање и имплементација алата за нови архитектурални језик.
- Експериментално утврђивање да ли нови архитектурални језик олакшава решавање проблема у домену логичког дизајна софтверских система.
- Експериментално утврђивање да ли нови архитектурални језик олакшава уочавање неконзистентности у опису архитектуре софтверских система.
- Експериментално утврђивање перцепције прихватања концепата новог архитектуралног језика.

6. План истраживања и структура рада

Планирано је да се истраживање састоји из следећих фаза:

- Прва фаза ће обухватити претрагу литературе у области рачунарског размишљања, функционалне декомпозиције и архитектуралних језика. Биће идентификовани елементи рачунарског размишљања који треба да олакшају решавање проблема у домену логичког дизајна софтверских система. Биће идентификоване карактеристике архитектуралних језика. Биће предложени нови архитектурални језик који ће бити заснован на елементима рачунарског размишљања и на функционалној декомпозицији.
- Друга фаза ће обухватити имплементацију алата за предложени архитектурални језик. Биће имплементирани елементи рачунарског размишљања и декомпозиција функционалности софтверског система у оквиру предложеног архитектуралног језика. Биће имплементиран алат за предложени архитектурални језик који ће омогућити креирање описа архитектуре кроз више погледа, креирање великог погледа, интегрално моделовање, аутоматско креирање одговарајућих делова описа за архитектурални језик који се користи у пракси.
- Трећа фаза ће обухватити експериментално утврђивање да ли предложени архитектурални језик олакшава решавање проблема у домену логичког дизајна софтверских система, олакшава уочавање неконзистентности у опису архитектуре софтверских система, као и експериментално утврђивање перцепције прихватања концепата новог архитектуралног језика.

Најрелевантнијих референце из отворене литературе у вези са тезом су:

- [1] Ozkaya, M. The analysis of architectural languages for the needs of practitioners. *Softw Pract Exper.* 2018; 48: 985–1018. <https://doi.org/10.1002/spe.2561>
- [2] Lago, P., Malavolta, I., Muccini, H., Pelliccione, P., & Tang, A. (2015). The Road Ahead for Architectural Languages. *IEEE Software*, 32, 98-105.
- [3] Dilip Soni, Robert L. Nord, and Christine Hofmeister. 1995. Software architecture in industrial applications. In *Proceedings of the 17th international conference on Software engineering (ICSE '95)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 196–207. <https://doi.org/10.1145/225014.225033>
- [4] Kruchten, Philippe. (1995). The 4+1 View Model of Architecture. *IEEE Software*. 12. 45-50. 10.1109/52.469759.
- [5] IEEE 42010:2007, Systems and software engineering - Recommended practice for architectural description of software-intensive systems
- [6] P. Clements, D. Garlan, L. Bass, J. Stafford, R. Nord, J. Ivers, R. Little, *Documenting Software Architectures: Views and Beyond*, Pearson Education, 2002.
- [7] J. Garland, R. Anthony, *Large-Scale Software Architecture: A Practical Guide Using UML*, first ed., Wiley Publishing, 2002.
- [8] Rozanski N, Woods E. *Software Systems Architecture: Working With Stakeholders Using Viewpoints and Perspectives*. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley Professional; 2005.
- [9] *Software Architecture Foundations, Theory, and Practice* (R. N. Taylor, N. Medvidovic, E. M. Dashofy), January 9, 2009
- [10] ISO/IEC/IEEE 42010:2011, Systems and software engineering — Architecture description
- [11] Spanoudakis, G., Zisman, A.: *Inconsistency Management in Software Engineering: Survey and Open Research Issues*, pp. 329–380. World Scientific, Singapore (2001), 2001
- [12] J. M. Wing, Computational thinking, *Commun. ACM* 49 (2006), no. 3, 33–35.
- [13] J. M. Wing, Computational thinking's influence on research and education for all, *Ital. J. Educ. Technol.* 25 (2017), no. 2, 7–14.

7. Закључак и предлог

На основу приложене документације и стеченог целокупног утиска о теми докторске дисертације и досадашњег научног рада кандидата Стефана Тубића, мастер инжењера електротехнике и рачунарства, Комисија је дошла до следећих закључака:

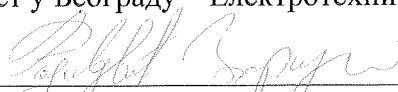
1. Кандидат испуњава све формалне и суштинске потребне услове прописане Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Београду и Статутом Електротехничког факултета Универзитета у Београду, за израду докторске дисертације.
2. Предложена тема **„Језик за опис архитектуре софтверских система заснован на функционалној декомпозицији”** јесте научно заснована, а резултати који ће проистећи изградом ове докторске дисертације представљаће значајан и оригиналан допринос међународној научној заједници. Тема припада ужој научној области Рачунарска техника и информатика.

На основу свега претходно изложеног, Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да кандидату Стефану Тубићу одобри израду докторске тезе под насловом **„Језик за опис архитектуре софтверских система заснован на функционалној декомпозицији”** (енг. *Language for description of an architecture of software systems based on functional decomposition*), под менторством др Милоша Цветановића, ванредног професора Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

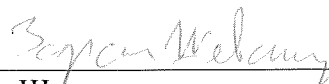
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



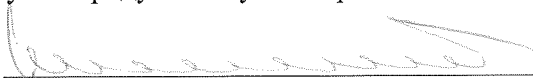
др Милош Цветановић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Захарије Радивојевић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Зоран Шеварац, редовни професор
Универзитет у Београду – Факултет организационих наука



др Горан Квашчев, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет

У Београду 23.11.2023.