

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ**

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Илије Антовића**

Одлуком 05-01 бр. 3/94-2 од 26.08.2015. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **Илије Антовића** под насловом

**„АУТОМАТСКО ГЕНЕРИСАЊЕ КОРИСНИЧКОГ ИНТЕРФЕЈСА АПЛИКАЦИЈЕ  
ЗАСНОВАНО НА СЛУЧАЈЕВИМА КОРИШЋЕЊА“.**

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

**РЕФЕРАТ**

**1. УВОД**

**1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације**

Кандидат Илија Антовић уписао је магистарске студије 2004. године. Положио је све планом и програмом предвиђене испите и 23. јуна 2010. године одбранио магистарску тезу под називом „Развој модела и алата за генерисање корисничког интерфејса на основу модела случајева коришћења и модела података“. Докторска дисертација је пријављена 20. фебруара 2012. године. Одлука о усвајању извештаја Комисије за оцену научне заснованости пријављене докторске дисертације 05-01 бр. 3/40-10, донета је 28. марта 2012. године. Веће научних области Универзитета у Београду је на седници одржаној 07. маја 2012. године, одлуком 02 бр. 06-18424/31-12, одобрило израду предложене докторске дисертације.

Ментор, др Владан Девеџић известио је 21. августа 2015. године да је докторска дисертација завршена и Наставно-научно веће Факултета организационих наука је одлуком 05-01 бр. 3/94-2, од 26. августа 2015. године, формирало Комисију за преглед и оцену завршене докторске дисертације у саставу:

1. др Владан Девеџић, редовни професор Факултета организационих наука
2. др Синиша Влајић, ванредни професор Факултета организационих наука
3. др Драган Бојић, ванредни професор Електротехничког факултета

## 1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација „Аутоматско генерисање корисничког интерфејса апликације засновано на случајевима коришћења“ по предмету истраживања припада научној области рачунарске науке, односно ужој научној области софтверско инжењерство.

Израдом дисертације је као ментор руководио проф. др Владан Девеџић, руководилац Катедре за софтверско инжењерство Факултета организационих наука.

Како је ментор проф. др Владан Девеџић објавио велики број научних радова који га чине компетентним и квалификују за вођење предметне докторске дисертације, у наставку ће бити приказана листа од десет најскорије објављених радова:

1. Devedžić, V., Jovanović, J.: Developing Open Badges: a comprehensive approach, - *Educational Technology Research and Development*, vol. 63, no. 4, pp. 603-620, 2015 (**IF=1.420**) (ISSN: 1042-1629)
2. Dimitrijevic S., Jovanovic J., Devedzic V.: A comparative study of software tools for user story management, - *INFORMATION AND SOFTWARE TECHNOLOGY*, vol. 57, no. , pp. 352-368, 2015 (**IF=1.046**) (ISSN: 0950-5849)
3. Kozuh I., Jeremic Z., Sarjas A., Lapuh-Bele J., Devedzic V., Debevc M.: Social Presence and Interaction in Learning Environments: The Effect on Student Success, - *EDUCATIONAL TECHNOLOGY & SOCIETY*, vol. 18, no. 1, pp. 223-236, 2015 (**IF=1.018**) (ISSN: 1436-4522)
4. Radenkovic S., Devedzic V., Jovanovic J., Jeremic Z.: Content and knowledge provision service - a way to build intellectual capital in learning organizations, - *KNOWLEDGE MANAGEMENT RESEARCH & PRACTICE*, vol. 12, no. 3, pp. 297-309, 2014 (**IF=0.554**) (ISSN: 1477-8238)
5. Devedzic V.: Technology Enhanced Learning - The Wild, the Innocent and the E Street Shuffle, - *ICT INNOVATIONS 2013: ICT INNOVATIONS AND EDUCATION*, vol. 231, no. , pp. 1-15, 2014
6. Krcadinac U., Pasquier P., Jovanovic J., Devedzic V.: Synesketch: An Open Source Library for Sentence-Based Emotion Recognition, - *IEEE TRANSACTIONS ON AFFECTIVE COMPUTING*, vol. 4, no. 3, pp. 312-325, 2013 (**IF=3.466**) (ISSN: 1949-3045)
7. Devedzic M., Devedzic V., Radenkovic S.: Web Service Support for Collaboration between Demographers, - *COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION SYSTEMS*, vol. 9, no. 2, pp. 943-960, 2012 (**IF=0.549**) (ISSN: 1820-0214)
8. Djuric D., Devedzic V.: Incorporating the Ontology Paradigm Into Software Engineering: Enhancing Domain-Driven Programming in Clojure/Java, - *IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS MAN AND CYBERNETICS PART C-APPLICATIONS AND REVIEWS*, vol. 42, no. 1, pp. 3-14, 2012 (**IF=2.548**) (ISSN: 1094-6977)
9. Sevarac Z., Devedzic V., Jovanovic J.: Adaptive neuro-fuzzy pedagogical recommender, - *EXPERT SYSTEMS WITH APPLICATIONS*, vol. 39, no. 10, pp. 9797-9806, 2012 (**IF=1.854**) (ISSN: 0957-4174)

10. Djuric D., Devedzic V.: Incorporating the Ontology Paradigm into a Mainstream Programming Environment, - *INFORMATICA*, vol. 23, no. 2, pp. 203-224, 2012 (**IF=1.117**) (ISSN: 0868-4952)

### 1.3. Биографски подаци о кандидату

Илија Антовић је рођен 8. 7. 1980. године у Котору, република Црна Гора.

Основну школу завршио је у Котору као и нижу музичку школу – инструмент клавира и гимназију – општи смер.

Године 1999. уписује Факултет организационих наука Универзитета у Београду на коме је дипломирао 2004. године. Након тога уписује постдипломске студије. Магистрирао је у области софтверског инжењерства 2010. године на Факултету организационих наука, а докторску тезу је пријавио 2012. године на истом Факултету. Од 2000. године ангажован је на извођењу лабораторијских вежби на Факултету организационих наука, а од 2006. године запослен је у Лабораторији за софтверско инжењерство на Факултету организационих наука. Као сарадник Лабораторије учествовао је у извођењу значајних пројеката међу којима су:

- Сајтови здравствених установа, Републички фонд за здравствено осигурање, Београд, 2013.
- Листе чекања, Републички фонд за здравствено осигурање, Београд, 2013.
- Идејни пројекат информационог система е-аукцијске јавне набавке (за потребе Министарства за телекомуникације и информатичко друштво Републике Србије),
- Пројекат KOSTMOD (Forsvarets forskningsinstitut Ministarstva одбране Краљевине Норвешке и Министарства одбране Републике Србије).
- Модернизација информационог система за здравствене установе, IQ-net, Београд 2006.

Поред тога учествовао је у извођењу пројеката:

- Менаџмент јавних набавки, Републички фонд за здравствено осигурање, Београд, 2014.
- Фото модул, вести и архива, Политика новине и магацини, Београд, 2014.
- РФЗО апотеке, Републички фонд за здравствено осигурање, Београд, 2013.
- Sodiumlight, Streetlight Management System (SMCS), a pilot project for the Qatar Public Works Authorities in Doha, 2010.
- IT strategy support to the modernization of the Ministry of finance and economy of Serbia, Европска Агенција за Реконструкцију, Београд 2006.
- Development of health information system for basic health and pharmaceutical services, republic of Serbia, Euro Health Group, Denmark, 2007.

Истакао се и у научно-истраживачком раду. Коаутор је књиге Пројектовање софтвера: Напредне Јава технологије, а аутор је више научних радова објављених на симпозијумима и у научним часописима.

Објавио је три рада из категорије M23, као и 25 радова укључујући домаће и међународне часописе и конференције.

Од 2013. до 2015. године био је ангажован као консултант Републичког фонда за здравствено осигурање.

2014. године учествује у формирању хора састављеног од запослених на Факултету организационих наука *ПолиФОН*. Био је члан хора Обилић при АКУД Бранко Крсмановић.

## 2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

### 2.1. Садржај дисертације

Дисертација је изложена на 396 страница, садржи 211 слика и 9 табела. У попису коришћене литературе кандидат је навео 152 референтне јединице. Докторска дисертација садржи дванаест поглавља, списак коришћене литературе, приказаних слика и табела:

1. Увод.
2. Значај истраживања и преглед постојећих приступа у развоју корисничког интерфејса.
3. Постојећи приступи у инжењерингу софтверских захтева.
4. Упоредна анализа алата за аутоматизацију развоја корисничког интерфејса.
5. Анализа корисничког интерфејса различитих типова апликација у различитим имплементационим технологијама.
6. Шаблони корисничког интерфејса.
7. Предлог новог приступа – *SilabUI*.
8. Евалуација предложеног *SilabUI* приступа.
9. Закључак.
10. Литература.
11. Списак слика.
12. Списак табела.

### 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У наставку је дат опис садржаја појединачних поглавља докторске дисертације „Аутоматско генерисање корисничког интерфејса апликације засновано на случајевима коришћења“.

У **првом поглављу** - уводу докторске дисертације, приказани су основни елементи научно-истраживачког приступа и методологије који су коришћени у раду, укључујући опис научног проблема, предмета и мотива за избор теме, циљева, основне хипотезе, као и главне очекиване доприносе истраживања.

У **другом поглављу**, под називом „Значај истраживања и преглед постојећих приступа у развоју корисничког интерфејса“ разматрани су различити приступи у развоју корисничког интерфејса (скицирање, визуелно креирање, коришћење језика за спецификацију, као и коришћење модела и моделом вођени развој), а за сваки приступ су приказане предности и недостаци. У овом контексту нови *SilabUI* приступ који представља једно од доприноса истраживања, може се посматрати као приступ који је заснован на моделима, и који користи предности моделом вођеног развоја корисничког интерфејса, али исто тако комбинује добре карактеристике осталих приступа. Закључци овог поглавља директно се користе у седмом поглављу где су приказани начини за спецификацију модела, на основу кога ће се вршити генерисање корисничког интерфејса, међу којима је изузетно значајна могућност директног креирања улазне спецификације која је заснована на XML-у, као једном виду језика за спецификацију будућег корисничког интерфејса. Поред тога, могућност коришћења шаблона корисничког интерфејса (поглавље 6.) и њиховог комбиновања, уз једноставност промене одабраних шаблона кроз промену улазне спецификације, омогућава прављење корисничког интерфејса који се може користити као прототип приликом прикупљања и валидације корисничких захтева, па се на овај начин постижу све предности које пружају алати за

скицирање корисничког интерфејса. *SilabUI* приступ предвиђа генерисање програмског кода корисничког интерфејса који се касније може учитати и бити „препознат“ од стране алата за визуелно креирање корисничког интерфејса, и на тај начин се могу искористити предности алата за даљу обраду генерисаног корисничког интерфејса, уколико за тиме постоји потреба.

У **трећем поглављу**, разматрани су постојећи приступи инжењерингу софтверских захтева, техника за прикупљање захтева, дат је преглед карактеристика две доминантне технике за спецификацију захтева (случајеви коришћења и корисничке приче), и идентификоване су предности коришћења случајева коришћења (пре свега структурираност, целовитост и ниво детаљности) у контексту аутоматизације процеса креирања корисничког интерфејса засноване на захтевима. Поред тога објашњена је и улога доменског модела и његова веза са случајевима коришћења. На крају су дате препоруке за спецификацију корака у сценарију случаја коришћења и њихов утицај на будући кориснички интерфејс. Узимајући у обзир изведене закључке формиран је мета-модел за креирање улазне спецификације која је у потпуности заснована на случајевима коришћења. Поглавље 3 завршава објашњењем улоге прототипова у инжењерингу захтева, где се истичу предности коришћења еволутивних прототипова. *SilabUI* приступ омогућава генерисање програмског кода корисничког интерфејса који се може извршити, а поред тога омогућена је и његова измена, па се добијени кориснички интерфејс може посматрати као извршиви еволутивни прототип.

У **четвртном поглављу**, покушано је да се дође до одговора на питања:

1. који су разлози за чињеницу да ни један од постојећих алата за генерисање корисничког интерфејса није успео да око себе окупи широк круг корисника, односно да задовољи потребе привреде,
2. који су то захтеви које алати за генерисање корисничког интерфејса морају да испуне како би били прихваћени од стране потенцијалних корисника и
3. да ли данас актуелни алати испуњавају ове захтеве.

Зато је прво спроведено научно испитивање – анкета. Циљ анкете је да се утврди који су то преовлађујући ставови носилаца софтверске индустрије – искусних софтверских инжењера, по питању елемената тј. карактеристика које алат за генерисање корисничког интерфејса мора да поседује како би га прихватили и користили у процесу развоја софтвера. Уочене карактеристике ће касније, у седмом поглављу, бити посматране као захтеви које нови приступ генерисању корисничког интерфејса мора да задовољи како би био прихваћен од стране потенцијалних корисника. На основу уочених захтева биће дефинисани критеријуми на основу којих ће бити поређени постојећи алати за генерисање корисничког интерфејса. У наставку четвртог поглавља дат је преглед основних карактеристика шест одабраних алата: *ApacheIris framework (Naked Objects)*, *Metawidget*, *Webratio*, *AlphaSimple*, *BizAgi BPM suite* и *Netbeans*, да би након тога били приказани резултати упоредне анализе по претходно дефинисаним критеријумима. На основу уочених карактеристика, представљене су могућности примене сваког од одабраних алата, а нарочито су апострофиране разлике међу њима у односу на дефинисане критеријуме. Такође њихове заједничке карактеристике представљале су показатељ доминантних концепата савремених алата и приступа. У наставку је приказана листа дефинисаних критеријума, а које су од стране испитаника препознате као потребне, уз карактеристике које су прихваћене као добра пракса из постојећих приступа:

- Модели на којима је заснована улазна спецификација
- Зависност улазне спецификације од модела података
- Начин дефинисања улазне спецификације
- Начин креирања корисничког интерфејса
- Измењивост генерисаног програмског кода

- Подржана могућност избора шаблона корисничког интерфејса
- Подршка за различите типове апликација

У **петом поглављу** ове докторске дисертације, размотрени су принципи пројектовања корисничког интерфејса који су примењиви на било који од типова софтверских система (десктоп, веб и мобилне апликације), а приказане су и препоруке за решавање уобичајених проблема при пројектовању које се често у литератури називају патернима корисничког интерфејса (*User Interface Patterns*). Како је један од циљева дисертације омогућавање генерисања корисничког интерфејса за различите типове софтверских система у различитим имплементационим технологијама, размотрене су специфичности корисничких интерфејса различитих типова софтверских система и имплементационих технологија које се користе за њихов развој. Циљ ове анализе је идентификација карактеристика корисничког интерфејса различитих типова софтверских система. Будући алат за аутоматизацију генерисања корисничког интерфејса мора узети у обзир идентификоване карактеристике како би на одговарајући начин одговорио на захтеве корисника.

У **шестом поглављу**, анализиране су везе које постоје између случајева коришћења и елемената корисничког интерфејса, са циљем да се дође до скупа шаблона корисничког интерфејса који се аутоматски могу повезати са одређеним корисничким захтевом. Ове везе су формализоване у моделу за спецификацију, па је тиме омогућено да се једноставном и брзом променом шаблона у моделу изгенерише потпуно другачији кориснички интерфејс који задовољава специфициране функционалности. Сви дефинисани шаблони уважавају принципе, препоруке и специфичности у пројектовању корисничког интерфејса.

У **седмом поглављу** представљена је синтеза закључака претходних поглавља. Приказане су карактеристике новог (*SilabUI*) приступа аутоматизацији процеса генерисања корисничког интерфејса. Централна тачка овог поглавља је дефинисање мета-модела улазне спецификације која се користи за аутоматизацију генерисања корисничког интерфејса. Приказани су различити начини креирања улазне спецификације, а након тога и карактеристике алата за генерисање програмског кода корисничког интерфејса, као и карактеристике генерисаног програмског кода. Све карактеристике новог приступа су пројектоване у складу са захтевима који су приказани у четвртном поглављу, а који су добијени анализом одговора испитаника. На крају поглавља приказан је модел процеса развоја корисничког интерфејса коришћењем новог – *SilabUI* приступа.

**Осмо поглавље** докторске дисертације представља евалуацију предложеног приступа коришћењем методе студије случаја. Приказано је коришћење новог приступа на конкретном примеру развоја десктоп и веб апликације, са приказом свих активности дефинисаних моделом процеса.

**Девето поглавље** обухвата закључна разматрања у којима су приказани научни доприноси дисертације, преглед постигнутих циљева, образложено је прихватање постигнутих хипотеза истраживања и идентификовани су могући правци будућих истраживања.

**Десето поглавље** пружа приказ списка литературе, која је коришћена у изради ове докторске дисертације.

**Једанаесто поглавље** представља приказ листе слика које су приказане у дисертацији.

**Дванаесто поглавље** садржи листу табела које су приказане у дисертацији.

### 3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

#### 3.1. Савременост и оригиналност

На савременост и значај предмета докторске дисертације „Аутоматско генерисање корисничког интерфејса апликације засновано на случајевима коришћења“ указују резултати истраживања који показују да у укупном времену и напору који се утроши на развој софтверског пројекта, развој корисничког интерфејса учествује са чак 50%. Сличне резултате представио је и аутор, који је за потребе дисертације спровео испитивање које је обухватало и ова питања. Поред тога, о савремености предмета дисертације се може закључити и на основу великог броја савремених публикација, књига, часописа и многобројних радова у различитим часописима и на међународним конференцијама које су посвећене развоју корисничког интерфејса. У четвртом поглављу дисертације детаљније су анализирана досадашња истраживања и сазнања из области аутоматизације процеса развоја корисничког интерфејса. Направљена је њихова упоредна анализа на основу критеријума који су формиран на основу резултата спроведеног испитивања. Значајан прилог оригиналности дисертације представља идентификација критеријума за поређење постојећих приступа, као и идентификација листе карактеристика које, по теоријској утемељености, а у складу са доминантним ставовима испитаника, треба да постану саставни део приступа и алата који имају за циљ решавање проблема којим се дисертација бави. Одређене идентификоване карактеристике – пре свега коришћење шаблона корисничког интерфејса, начини формирања улазне спецификације, модел на којем је заснована улазна спецификација као и начини генерисања корисничког интерфејса, упркос значају које имају, о чему сведоче резултати испитивања, у постојећим приступима су веома мало, или уопште нису обрађивани. *SilabUI* приступ који је представљен као један од главних резултата дисертације узима у обзир све идентификоване карактеристике. Аутор, на систематичан начин, детаљно образлаже начине реализације сваке уочене карактеристике у новом приступу.

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

Као што смо констатовали, кандидат је у изради докторске дисертације „Аутоматско генерисање корисничког интерфејса апликације засновано на случајевима коришћења“ користио 152 литературна навода. Ова референтна литература углавном се односи на различите публикације, монографије и књиге, докторске дисертације, а нарочито на научне радове и чланке из најцитиранијих часописа, као и са конференција. Тематика која је обрађивана у дисертацији је врло актуелна, па је и највећи број навођених референци из последњих неколико година.

У предметној докторској дисертацији, коришћене референце су доминантно из страних извора, углавном на енглеском језику, и то највише из чланака из међународних часописа рангираних међу најцитиранијим у области релеватној за дисертацију. Дакле, може се рећи да је кандидат у дисертацији користио изворе који су савремени и релеватни за изучавану област, а притом и веома разноврсни.

Списак коришћене литературе је представљен у десетом поглављу, где је литература наведена по абecedном редоследу.

Водећи се истом логиком редоследа, у овом реферату се у потпуности приказује и 10% укупних литературних навода, који су, по мишљењу кандидата, имали највећи утицај, у идејном смислу, на ток израде и садржај ове докторске дисертације:

1. Acerbis R., Bongio A., Brambilla M., Butti S.: WebRatio 5: An Eclipse-based CASE tool for engineering Web applications, - *Web Engineering, Proceedings of 7th International Conference*, ICWE 2007 Como, Italy, 2007.
2. Cockburn A.: Writing Effective Use Cases, - *Addison Wesley Longman Publishing Co. Inc*, Boston, 2000.
3. Cohn M.: User Stories Applied: For Agile Software Development, - *Addison Wesley Longman Publishing Co. Inc*, Boston, 2004.
4. Constantine L., Lockwood L.: Structure and Style in Use Cases for User Interface Design, - *2nd International Conference on Usage-Centered Design*, New Hampshire, 2003.
5. Rosado da Cruz A. M., Automatic Generation of User Interfaces from Rigorous Domain and Use Case Models, - *PhD. Thesis, University of Porto*, Portugal, 2010.
6. Fitzgerald J., Larsen P., Mukherjee P., Plat N., Verhoef M.: *Validated Designs for Object-oriented Systems*, - *Springer-Verlag*, London, 2005.
7. Frost A., Campo M.: Advancing Defect Containment to Quantitative Defect Management, - *The Journal of Defense Software Engineering*, Dec. 2007. Issue, 2007.
8. Gamma E., Helm R., Jonson R., Vilissides J.: Design patterns, - *Addison Wesley*, 18<sup>th</sup> Printing, 1999.
9. Haywood D.: Domain driven design using Naked Objects, - *The Pragmatic Bookshelf*, North Carolina, Texas, 2009.
10. Kennard R., Leaney J.: Towards a general purpose architecture for UI generation, - *Journal of Systems and Software*, vol. 83, no. 10, Elsevier, 2010.
11. Molina P. J., Meliá S., Pastor O.: JUST-UI: A User Interface Specification Model, - *Proceedings of the Fourth International Conference on Computer-Aided Design of User Interfaces, Computer-Aided Design of User Interfaces III*, Valenciennes, France, 2002.
12. Myers B., Rosson M.: Survey on user interface programming, - *ACM: Human Factors in Computing Systems, Proceedings SIGHI*, 1992.
13. Raneburger D., Popp R., Vanderdonck J.: An automated layout approach for model-driven WIMP-UI generation, - *Proceedings of the 4th ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems (EICS '12)*, ACM, New York, 2012.
14. Sommerville I.: Software Engineering, Eight edition, - *Addison Wesley Longman Publishing Co. Inc*, Boston, 2006.
15. Vliet H. V.: Software engineering: principles and practice, - *John Wiley & Sons Ltd*, 3rd edition, Chichester, West Sussex, England, 2008.

### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

За израду првог, другог, трећег и петог поглавља дисертације у којима се пре свега даје преглед стања у области, прецизира предмет истраживања и формулишу хипотезе, коришћене су методе прикупљања информација о постојећим научним достигнућима у области истраживања, као и методе њихове систематске обраде, критичке анализе и приказивања релевантних резултата и чињеница. Направљен је преглед различитих начина



креирања корисничког интерфејса, као и преглед постојећих метода и техника за прикупљање и спецификацију софтверских захтева. Направљена је упоредна анализа техника за спецификацију софтверских захтева као и карактеристика корисничког интерфејса различитих типова апликација (десктоп, веб и мобилних апликација).

У четвртом поглављу је методом научног испитивања – анкете, уз коришћење статистичке методе, идентификована листа критеријума на основу којих је вршена упоредна анализа постојећих приступа и алата који се користе за аутоматско генерисање корисничког интерфејса. Резултати овог поглавља коришћени су као захтеви које нови приступ аутоматском генерисању корисничког интерфејса мора да задовољи, како би био прихваћен и коришћен у развоју софтвера.

Поглавља 6 и 7 приказују истраживање веза које се могу успоставити између елемената спецификације случајева коришћења и жељеног корисничког интерфејса, дефинисање шаблона корисничког интерфејса, пројектовање семантички богатог мета-модела, као и имплементацију трансформације модела у извршиви програмски код. Показана је употреба софтверских патерна пројектовања, како у пројектовању генератора корисничког интерфејса, тако и у генерисаном програмском коду. У 8. поглављу се методом студије случаја, кроз примере генерисања корисничког интерфејса за десктоп и веб апликације приказују све активности предвиђене новим *SilabUI* приступом.

На основу наведеног и узимајући у обзир и постигнуте резултате, закључује се да су у изради ове дисертације примењиване адекватне научне методе и технике

#### 3.4. Применљивост остварених резултата

Приказани резултати спроведеног испитивања јасно су истакли неопходне карактеристике алата за генерисање корисничког интерфејса. У дисертацији је показано да су све уочене карактеристике имплементирани у алату који је део *SilabUI* приступа, па се овај алат може директно користити у развоју софтверских пројеката, што је у дисертацији директно приказано у поглављу 8, као и у чињеници да је овај алат већ коришћен за развој пројекта *Kostmod4.0* за потребе Министарства одбране Краљевине Норвешке, али и у другим пројектима.

Поред тога, идентификација ових карактеристика представља стабилну основу за будућа истраживања и развој нових алата за ову намену, као и путоказ за даљи развој и побољшања постојећих приступа који су детаљно анализирани у дисертацији.

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

Током израде докторске дисертације, кандидат Илија Антовић показао је способност да самостално обавља научни рад и решава научне проблеме. Кандидат поседује потребна стручна теоријска и практична знања за самосталан научни рад, што је, осим у процесу израде ове докторске дисертације, доказао квалитетом и бројем својих научних публикација, као и другим наведеним облицима ангажовања.

Свеобухватни и систематизовани преглед литературе из области истраживања, показује способност кандидата за самостално откривање и сагледавање отворених проблема истраживања, као и критичку анализу постојећих сазнања.

Кандидат је уочио кључне проблеме са којима се суочава научна дисциплина, исправно креирао теоријски модел и методолошки коректно га тестирао. Сам модел је утемељен на

досадашњем знању, приказаном кроз обиман преглед литературе, а емпиријско истраживање и примарни подаци су коришћени за утврђивање истинитости полазних хипотеза.

На основу тога, Комисија сматра да кандидат Илија Антовић поседује потребне способности, вештине и искуство за самосталан научно-истраживачки рад.

## 4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

Главни допринос ове докторске дисертације јесте убрзавање процеса развоја софтвера, првенствено корисничког интерфејса који директно одговара на постављене захтеве корисника, који су специфицирани случајевима коришћења.

Уз то, научни доприноси докторске дисертације „Аутоматско генерисање корисничког интерфејса апликације засновано на случајевима коришћења“, које Комисија сматра нарочито важним у контексту унапређења постојећег стања у овој области, јесу:

- Направљен је детаљан преглед различитих техника спецификације корисничких захтева, техника за креирање модела података и значаја прототиповања у контексту валидације софтверских захтева.
- Направљен је преглед и упоредна анализа постојећих приступа и алата који аутоматизују процес имплементације корисничког интерфејса, са детаљним образложењем свих предности и недостатака посматраних приступа.
- Испитивањем доминантних ставова носилаца софтверске индустрије идентификовани су и образложени критеријуми и карактеристике које генератор корисничког интерфејса мора да задовољава како би могао бити прихваћен од стране ширег круга корисника у односу на постојеће генераторе.
- Откривене су везе између елемената спецификације случајева коришћења и будућег корисничког интерфејса.
- Откривена су правила пресликавања између корисничког интерфејса развијеног за различите типове апликација (десктоп, веб и мобилне апликације), узимајући у обзир њихове специфичне карактеристике.
- Дефинисан је семантички богат модел корисничких захтева који је заснован на моделу случајева коришћења и информацијама везаним за кориснички интерфејс на основу којег је могуће не само пројектовање и имплементација корисничког интерфејса, већ и аутоматизација овог процеса.
- Развијени су алати (алат за визуелно моделовање и алат у виду графичке апликације која води корисника корак по корак кроз процес креирања улазне спецификације) за креирање улазне спецификације која се користи у процесу аутоматског генерисања програмског кода корисничког интерфејса.
- Аутоматизован је процес креирања корисничког интерфејса апликације у различитим имплементационим технологијама уз задовољење дефинисаних критеријума.
- Дефинисан је скуп могућих шаблона корисничког интерфејса којим се различити кориснички захтеви могу приказати задржавајући жељену функционалност.
- Сви наведени резултати обједињени су у новом – *SilabUI* – приступу аутоматском генерисању корисничког интерфејса, као једном од најзначајнијих резултата дисертације.

На основу изложеног, може се закључити да добијени резултати докторске дисертације представљају научни допринос у односу на постојеће стање и отварају простор за даља истраживања.

#### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Резултати спроведеног истраживања представљају допринос разумевању проблема аутоматизације развоја корисничког интерфејса.

Дисертацијом је доказана неопходност да модели на основу којих се врши генерисање корисничког интерфејса морају бити засновани на софтверским захтевима. При томе, у дисертацији се као пожељан модел за спецификацију захтева истиче модел случајева коришћења, што је аргументовано закључцима анализе постојећег теоријског фонда, али и резултатима спроведеног научног испитивања. Базирање улазне спецификације на случајевима коришћења представља искорак у односу на постојеће приступе, који се углавном базирају на доменском моделу. У дисертацији се истиче важност и неопходност коришћења доменског модела у овом контексту, али се инсистира на његовој директној повезаности са спецификацијом случајева коришћења, јер сам доменски модел, који описује структуру система, не пружа информације о понашању система, као ни о интеракцији корисника са системом, што се директно уочава код случајева коришћења, а неопходно је за пројектовање корисничког интерфејса. Зато је у дисертацији идентификована директна веза случајева коришћења, доменског модела и корисничког интерфејса, а затим је ова веза формализована дефинисањем мета-модела. Ово представља основу предложеног *SilabUI* приступа.

Значајан резултат дисертације представљају дефинисани шаблони корисничког интерфејса, које аутор вешто пројектује користећи уочене везе. Разлог за дефинисање шаблона је чињеница да један исти софтверски захтев на нивоу корисничког интерфејса може бити реализован на различите начине, при томе задржавајући жељену функционалност. *SilabUI* приступ омогућава да се, једноставном изменом одабраног шаблона у моделу, генерише потпуно различити кориснички интерфејс, који задовољава тражене функционалности. На тај начин, крајњи корисник може испробати различите варијанте корисничког интерфејса и одлучити се за онај који му највише одговара.

У дисертацији су детаљно анализирани карактеристике различитих типова софтверских апликација (десктоп, веб и мобилне апликације), а генератори корисничког интерфејса који су резултат истраживања (генератор корисничког интерфејса за десктоп и веб апликације) узимају у обзир уочене специфичности. У дисертацији није развијен генератор корисничког интерфејса за мобилне апликације, што би свакако било од користи. Ипак, на примјерима генератора корисничког интерфејса за десктоп и веб апликације, на детаљан начин је приказан начин пројектовања генератора, уз поштовање специфичности оба типа апликације. Ово отвара могућност кандидату, или другим истраживачима, да детаљније разматрају развој генератора корисничког интерфејса мобилних апликација.

Генерисање корисничког интерфејса подразумева генерисање извршивог програмског кода корисничког интерфејса. Предност оваквог приступа је у томе што, уколико се укаже потреба за изменама на генерисаном корисничком интерфејсу, програмер има потпуну контролу над генерисаним програмским кодом. Зато се у дисертацији закључује да кориснички интерфејс добијен коришћењем *SilabUI* приступа може да се посматра као извршиви еволутивни прототип.

Сагледавањем постављених хипотеза, циљева истраживања и остварених резултата, констатујемо да је кандидат успешно одговорио на сва релевантна питања за решавање

проблема истраживања. Теоријски модел је постављен на основу обимног прегледа литературе из области софтверског инжењерства. Овакав модел верификован је у два научна рада у часописима међународног значаја, као и на три међународне конференције, чему сведочи наредна ставка овог реферата.

#### 4.3. Верификација научних доприноса

Најпре, наведен је рад који је резултат истраживања у оквиру докторске дисертације „Аутоматско генерисање корисничког интерфејса апликације засновано на случајевима коришћења“.

#### Категорија M23

1. Antović I., Vlajić S., Milić M., Savić D., Stanojević V.: Model and software tool for automatic generation of user interface based on use case and data model, - *IET Software*, vol. 6, no. 6, pp. 559-573, 2012 (IF=0.658) (ISSN 1751-8806)
2. Sekulic, G., Antovic, I., Vlajic, S., Lazarevic, S., Savic, D., Stanojevic, V., Milic, M.: Conceptual Model of Software Architecture in Instruction Java Web Frameworks, - *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING EDUCATION*, vol. 31, no. 1, pp. 127-140, 2015 (IF=0.582) (ISSN: 0949-149X)

Даље у тексту даје се списак радова који су проистекли из ове докторске дисертације.

#### Категорија M33

1. Antović I., Savić D., Stanojević V.: Automatic Generation of Executable UI Prototypes Using SilabREQ Language, - *ICT and Management, SymOrg*, 2014.
2. Savic D., Da Silva A. R., Vlajic S., Lazarevic S., Stanojevic V., Antovic I., Milic M.: Use Case Specification at Different Levels of Abstraction, - *QUATIC, IEEE Computer Society*, 2012.
3. Savić D., Antović I., Vlajić S., Stanojević V., Milić M.: Language for Use Case Specification, - *Proceedings of the 2011 IEEE 34th Software Engineering Workshop*, 2011.

## **5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ**

На основу прегледа докторске дисертације „Аутоматско генерисање корисничког интерфејса апликације засновано на случајевима коришћења“ кандидата Илије Антовића, Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације констатује да је она написана према свим стандардима научно-истраживачког рада. Такође, ова докторска дисертација испуњава све услове прописане Законом о високом образовању, стандардима, правилницима и Статутом Факултета организационих наука и Универзитета у Београду. На основу актуелности теме докторске дисертације, резултата и закључака приказаних у њој, Комисија констатује да је кандидат Илија Антовић успешно завршио докторску дисертацију, у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима истраживања.

Кандидат је обавио истраживање и дошао до оригиналних научних закључака. Део тих закључака је валидиран кроз кандидатове публикације у два рада у међународним научним часописима са импакт фактором, као и на три међународне конференције. Посебно треба истаћи савременост теме и оригиналност научних доприноса докторске дисертације „Аутоматско генерисање корисничког интерфејса апликације засновано на случајевима коришћења“, који проширују фонд научних знања у области техничко-технолошких наука, посебно рачунарских наука - у ужој научној области Софтверско инжењерство.

Коришћене методе, приступи и поступци су валидирани, а остварени научни допринос верификован, и кроз објављене радове кандидата Илије Антовића у два научна часописа са импакт фактором као и на три међународне конференције. С обзиром на научну актуелност дисертације, оригиналност приказаних резултата и методолошку и тематску адекватност, ова докторска дисертација задовољава највише критеријуме и квалификује кандидата, Илију Антовића, за самосталан научно-истраживачки рад.

Узимајући у обзир све претходно наведено, Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета организационих наука да се докторска дисертација **„Аутоматско генерисање корисничког интерфејса апликације засновано на случајевима коришћења“**, кандидата **Илије Антовића**, прихвати, изложи на увид јавности и, потом, упути на усвајање Већу научних области техничко-технолошких наука Универзитета у Београду на коначно одобравање.

## ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....  
Проф. др Владан Девецић, редовни професор  
Универзитета у Београду, Факултет организационих наука

.....  
Проф. др Сениша Влајић, ванредни професор  
Универзитета у Београду, Факултет организационих наука

.....  
др Драган Бојић, доцент  
Универзитета у Београду, Електротехнички факултет  
(спољни члан)