

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Датум:

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<ol style="list-style-type: none">1. Датум и орган који је именовано комисију: 26.03.2015., Декан Факултета техничких наука, решење број 012-199/18-2014.2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:<ol style="list-style-type: none">1. др Цвијан Крсмановић, редовни професор, Информационо-комуникациони системи, 30.08.2004., Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду2. др Мирослав Трајановић, редовни професор, Информационо-комуникационе технологије, моделовање и оптимизација производних система, 06.09.2006., Машински факултет Универзитета у Нишу3. др Бранко Милосављевић, редовни професор, Примењене рачунарске науке и информатика, 19.02.2014., Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду4. др Бранко Маркоски, ванредни професор, Информационе технологије, 08.02.2014., Технички факултет “Михајло Пупин” Универзитета у Новом Саду5. др Горан Сладић, доцент, Примењене рачунарске науке и информатика, 13.09.2011., Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду6. др Зора Коњовић, редовни професор, Примењене рачунарске науке и информатика, 20. 11. 2003., Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду, ментор
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<ol style="list-style-type: none">1. Име, име једног родитеља, презиме: Саша, Саве, Арсовски2. Датум рођења, општина, држава: 12.10.1964., Вуковар, Република Хрватска3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив: Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду, Електротехника и рачунарство – интегрисане основне и мастер академске студије, Дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства - мастер4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: 2008., Рачунарство и аутоматика5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: /6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: /

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ: РАЗВОЈ ОНТОЛОШКИ БАЗИРАНОГ ИНФОРМАЦИОНОГ СИСТЕМА ДРЖАВНИХ КРЕДИТНО-ГАРАНЦИЈСКИХ ФОНДОВА

Дисертација припада научној области примењене рачунарске науке и информатика. Написана је на српском језику (латиница), а извод тезе је српски/енглески. Садржи 7 поглавља, 281 страну Б5 формата, 98 слика, 98 литературних цитата, 40 табела и 4 прилога.

Дисертација садржи следећа поглавља:

1. Методологије моделирања информационих систем
2. Технологије дистрибуираних информационих система и семантичке технологије
3. Креирање онтолошког модела државних гаранцијских фондова
4. Креирање онтологије за развој информационог система Гаранцијског фонда АПВ (OMGFAPV)
5. Онтолошки модел за подршку одлучивању
6. Верификација модела
7. Закључна разматрања

У **првом** поглављу дат је кратак преглед методологија моделирања информационих система са нагласком на примени онтолошког приступа. Приказане су основне методологије за развој онтологија.

Технологије дистрибуираних информационих система, са посебним нагласком на Веб технологијама и СОА технологијама приказане су у **другом** поглављу. Идентификоване су и укратко описане релевантне технологије са нагласком на онтологијама за опис веб сервиса.

У **трећем** поглављу приказан је поступак креирања онтолошког модела државних гаранцијских фондова и предложен је концептуални модел државног гаранцијског фонда. Такође, у овом поглављу је дата и објектна спецификација функција пословног система Гранацијског фонда АПВ као подлога за креирање онтолошког модела за развој информационог система Гранацијског фонда АПВ.

На основу концептуалног модела државних гаранцијских фондова и објектне спецификације функција пословног система Гранацијског фонда АПВ применом методологије MENTHONTOLOGY креирана је онтологија за развој информационог система Гранацијског фонда АПВ (OMGFAPV) што је описано у **четвртном** поглављу.

У **петом** поглављу описана је онтологија за подршку одлучивању при издавању гаранција (SCORE) која је развијена у оквиру истраживања у дисертацији. За развој онтологије и овде је коришћена методологије MENTHONTOLOGY, а као подлоге документи стратешког развоја.

У **шестом** поглављу описан је поступак верификације предложених онтологија кроз прототипску имплементацију одабраних функционалности информационог система Гаранцијског фонда АПВ. Онтологија за развој информационог система верификована је кроз примере аутоматизације генерисања корисничког интерфејса, те прототипску имплементацију електронских сервиса и темплејта пратећих докумената. Онтологија за подршку одлучивању при издавању гаранција верификована је на примеру одабраног документа стратешког развоја.

У **седмом поглављу** је дат закључак рада и наведени су могући правци даљег истраживања.

Након поглавља дисертације дати су списак коришћених референци, биографија кандидата, кључна документацијска информација и четири прилога.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У **првом** поглављу ове дисертације дат је кратак преглед методологија моделирања информационих система са нагласком на примени онтолошког приступа, док су предмет и циљ истраживања у дисертацији и основне хипотезе спроведеног истраживања дати у предговору. Прегледана литература указује на два могућа сценарија примене онтолошког приступа у области информационих система: (1) трансформисање семантичких садржаја описаних онтологијом у стандардне компоненте информационог система и (2) онтолошки управљане информационе

системе, где онтологија представља засебну компоненту информационог система. Управо ови аспекти у домену државних гаранцијских фондова обухваћени су истраживањима у дисертацији. У овом поглављу су приказане и основне методологије за развој онтологија и одабрана је методологија MENTHONTOLOGY за развој онтолошких модела у дисертацији. Ова методологија је детаљно описана.

Технологије дистрибуираних информационог система, са посебним нагласком на Веб технологијама и СОА технологијама приказане су у **другом** поглављу. Поред идентификације и кратког описа релевантних технологија, детаљније је приказана онтологија веб сервиса OVL-S због тога што је касније коришћена за моделовање електронских сервиса Гаранцијског фонда АПВ.

Треће, четврто и пето поглавље садрже оригиналне научне доприносе дисертације.

Треће поглавље доноси предлог поступка креирања онтолошког модела државних гаранцијских фондова и предлог концептуалног модела државног гаранцијског фонда који, према најбољим сазнањима чланова комисије, не постоји у литератури. Модел обухвата основне концепте и њихове међусобне релације. Основни концепти су: *Ucesnik* са подконцептима *Državna (lokalna, regionalna) uprava*, *Finansijske institucije*, *Klijenti*, *Fond* и *Radna tela*; *Procedura* са подконцептима *Operativna procedura*, *Planska procedura* и *Opsta procedura*; *Dokument* са подконцептима *Opšti akti*, *Planski akti* и *Administrativni akti*. У другом делу овог поглавља је дата и објектна спецификација пословног система Гаранцијског фонда АПВ која обухвата UML дијаграме случајева коришћења и UML дијаграме активности. Елементи објектне спецификације који се односе на учеснике и активности су подлога за креирање концепата *Ucesnik* и *Procedura* онтолошког модела за развој информационог система Гаранцијског фонда АПВ.

У **четвртом** поглављу, које садржи главни научни допринос, приказано је креирање онтологије за развој информационог система Гаранцијског фонда АПВ, што представља први сценарио коришћења онтологија у области информационог система. Поред концептуалног модела из **трећег поглавља**, спецификација онтологије се ослања на моделе за семантичко представљање домена државне администрације и моделе за онтолошко представљање корисничког интерфејса из постојеће литературе а за креирање онтологије предложена је адаптирана варијанта методологије MENTHONTOLOGY. Адаптација се односи на аотирање формализоване онтологије елементима корисничког интерфејса (КИ) који омогућују делимичну аутоматизацију креирања КИ. Оригинални доприноси дисертације су модификовани поступак за креирање онтологије, као и сама онтологија која задовољава циљ експлицитне, машински читљиве репрезентације елемената који омогућују да се на основу њих и знања о пословним процесима и документима обезбеди основа за аутоматско креирање корисничког интерфејса као компоненте информационог система. Резултати су објављени у радовима [1 -4, 6, 7], од којих су радови [1, 2] објављени у часописима који се индексирају на Томсон-Ројтерс листи, а радови [3, 4, 6, 7] су објављени у зборницима радова са међународних конференција.

У **петом** поглављу дата је оригинална онтологија SCORE за подршку одлучивању у процесу издавања гаранције која, по мишљењу комисије, такође представља научни допринос дисертације. За разлику од постојећих модела одлучивања у процесу издавања гаранција, где се кредитна стратегија базира готово искључиво на предвиђању понашања клијената (scorecards) из њихових индивидуалних карактеристика, онтологија SCORE омогућује оцењивање клијената које узима у обзир и усмеравање државних субвенција у привредне гране и области социо-економског развоја које су дефинисане државном стратегијом развоја. Онтологија садржи концептуализована знања о социо-економским карактеристикама региона АП Војводине и стратегијама развоја којима Гаранцијски фонд АПВ треба да допринесе. Иницијални резултати су објављени у раду [5] изложеном на међународној конференцији.

У **шестом** поглављу приказана је верификација предложених онтолошких модела. Демонстрирана је имплементација електронских сервиса информационог система за издавање гаранције у Гаранцијском фонду АПВ, где је информациони систем моделиран као трослојни систем који обухвата следеће слојеве:

Онтолошки слој чији су централни део онтологије OMGFAPV и SCORE и два програмска модула. Први модул је за трансформисање семантичких садржаја који генерише корисничке интерфејсе за сваку оперативну процедуру из онтологије OMGFAPV аотирану елементима корисничког интерфејса (садржи и JAVA апликације које извршавају SPARQL упите над онтологијама). Други модул је за подршку одлучивању и ослања се на онтологију SCORE и податке о клијенту.

Апликативни слој у коме се извршава апликација имплементирана MS.NET технологијом. Апликација користи генерисане корисничке интерфејсе сваке процедуре у процесу рада и припадајуће темплејте докумената, као и припадајуће електронске сервисе, а резултат извршавања ове апликације су сутоматски креирана административна акта.

Слој управљања информацијама и подацима обухвата репозиторијум темплејта докумената, репозиторијум електронских сервиса, репозиторијум креираних административних аката и релациону базу података.

Посебним примером је демонстрирано коришћење онтологије SCORE.

Редослед поглавља у којима су приказани научни резултати дисертације је такав да се у сваком поглављу опис добијених научних резултата наставља на резултате из претходних поглавља. На тај начин дат је јасан и прегледан опис приказаних резултата, који су у потпуности сагласни са циљем, очекиваним резултатама и хипотезама датим у извештају о оцени подобности теме за израду докторске дисертације.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Кандидат је објавио седам научних радова на основу резултата истраживања у оквиру рада на докторској дисертацији. Два рада су објављена у међународним часописима са SCI листе, а пет радова је објављено на међународним конференцијама. То су следећи научни радови:

1. S. Arsovski, B. Markoski, P. Pecev, N. Petrovački, D. Lacmanović (2014). Advantages of Using an Ontological Model of the State Development Funds, *INT J COMPUT COMMUN*, ISSN 1841-9836, 9(3):261-275. (M23)
2. S. Arsovski, B. Markoski, P. Pecev (2014). An Approach to Ontology-Based Modelling of State Development Funds, *Technical Gazette (Tehnički vjesnik)* 21(6):1289-1296 (M23)
3. S. Arsovski, B. Markoski, P. Pecev, D. Lacmanovic, M. Ivkovic (2013). Modeling of an ontology of the administrative task, *Proceedings of the 2013 14th IEEE International Symposium Computational Intelligence and Informatics (CINTI)*, ISBN: 978-1-4799-0194-4, Page(s):459 – 463, Budapest, Hungary (M33)
4. S. Arsovski (2013). Ontology of Services in the Guarantee Fund, *RECENT ADVANCES IN SYSTEMS, CONTROL AND INFORMATICS Proceedings of the 2013 International Conference on Systems, Control and Informatics SCI 2013*, ISBN: 978-1-61804-206-4, Page(s): 303 - 309, Venice, Italy (M33)
5. L. Ratgeber, S. Arsovski, P. Čisar, Z. Ivanković, P. Pecev (2013). Ontology Driven Decision Support System for Scoring Clients in Government Credit Funds, *Proceedings of The International Conference on Applied Internet and Information Technologies (ICAII 2013)*, ISBN 978-86-7672-211-2, Page(s) 369-373, Zrenjanin, Republic of Serbia (M33)
6. S. Arsovski (2012). Ontology Transformation in Function of User-Interface Creation, *ADVANCES in COMPUTER SCIENCE Proceedings of the 6th WSEAS European Computing Conference (ECC '12)*, ISSN: 1790-5109, Page(s) 472-477, Prague, Czech Republic (M33)
7. N. Osmankač, S. Arsovski, S. Rajkovic, B. Petrevski and I. Lacmanović (2012). Ontology and Taxonomy of Electronic Services in Guarantee Fund, *Proceedings of The International Conference on Applied Internet and Information Technologies (ICAII 2012)*, ISBN 978-86-7672-173-3 Page(s) 173-177, Zrenjanin, Republic of Serbia (M33)

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У дисертацији су анализирани модели функционисања државних гаранцијских фондова као и истраживане су могућности моделовања и имплементације информационих система применом онтолошког приступа. Истраживања су обухватила следеће.

I. Функционисања и организацију државних гаранцијских фондова и моделовање информационих система применом онтолошког приступа.

У оквиру истраживања везаног за модалитете функционисања државних гаранцијских фондова идентификована су четири основна модела функционисања државних гаранцијских фондова на основу следећих особина: Врста споразума о издавању гаранције, тип клијента, место пријаве клијента и место анализе бонитета и начин издавања гаранције. На основу истраживања из области моделовања информационих система применом онтолошког приступа и идентификованих модела функционисања државних гаранцијских фондова, креиран је концептуални модел државних гаранцијских фондова. Комбинованом применом концептуалног модела и објектног модела пословних функција развијен је онтолошки модел Гаранцијског фонда АПВ (OMGFAPV).

II. Истраживања везана за употребу онтолошких модела у информационим система.

У оквиру ових истраживања остварена су два научна доприноса.

Први допринос је предлог методологије трансформације семантичких садржаја који су описани у онтолошком моделу у кориснички интерфејс (КИ) који је стандардна компонента информационог система. Резултат је допуњена методологија за развој онтологија која омогућује подршку у пројектовању и имплементацији информационих система.

Други допринос односи се на примену онтолошког приступа за моделовање и имплементацији пословне логике. Резултат истраживања је SCORE онтологија која представља засебну компоненту информационог система Гаранцијског фонда АПВ и која омогућава вредновање идентификованих развојних аспеката и њихову имплементацију у процес доношења одлуке о издавању гаранције.

III. Верификација предложеног модела.

Верификација је извршена кроз имплементацију прототипа информационог система Гаранцијског фонда АПВ коришћењем онтологије OMGFAPV у коме је одлучивање у процесу издавања гаранције вођено онтологијом SCORE. Имплементирани прототип информационог система обезбеђује аутоматско креирање докумената у свим фазама процеса издавања гаранције, а илуструје и могућности употребе различитих софтверских технологија и стандарда.

Основне предности предложеног приступа су следеће: Онтолошким приступом предложеним у дисертацији, а посебно креирањем онтологије OMGFAPV којом је представљено знање о административним процесима, стварају се претпоставке за техничку и организациону интероперабилност различитих државних органа и за креирање корисничког интерфејса који обезбеђује интеракцију различитих типова корисника (запослени у администрацији, запослени у привредним субјектима и грађанство) са системом еУправе. Основна ограничења предложеног модела OMGFAPV односе се на потребу његовог проширивања услед специфичних потреба, односно комплекснијих оперативних процедура у процесу издавања гаранција. Уколико се у оквиру пословне процедуре извршава више административних задатака, потребно је проширити предложени модел онтолошким концептима којима ће се описати композиција сервиса у процесу извршавања послова, процедуре и логика неопходни за координацију. Како стандард OWL-S, који је коришћен за описивање сервиса, подржава композицију сервиса, модел се релативно једноставно може проширити тако да задовољи ове захтеве.

Предлог модела онтолошки базираног генерисања корисничког интерфејса који је описан у дисертацији представља идеју да се стандардизује репрезентација корисничког интерфејса. Генерисање и дизајн корисничког интерфејса су сведени на развој формализоване онтологије административног процеса која укључује опис интеракције корисника са системом путем анотација оперативних процедура.

Основна предност предложеног приступа којим се обезбеђује интеграција елемената и унификација репрезентације компоненти корисничког интерфејса је олакшано одржавање и ефикасније генерисање корисничког интерфејса и могућност ефикасног генерисања

<p>алтернативних функционално еквивалентних корисничких интерфејса. Основно ограничење је што предложена методологија трансформације семантичких садржаја у онтолошком моделу у кориснички интерфејс омогућује креирање релативно једноставних компоненти корисничког интерфејса за унос улазних података пословних процедура. Начин да се превазиђе ово ограничење је издвајање функционалности корисничког интерфејса у специјализоване сервисе и повезивање аотирираних елемената са тим сервисима.</p> <p>Основне предности употребе онтологије за системе за подршку одлучивању су следеће. Онтологија у којој су семантички представљене социјалне и економске карактеристике које обухвата област деловања државних развојних фондова и које су од значаја за развој анализираниог региона обезбеђује процес одлучивања који омогућује доношење одлука о пласману државних средстава у складу са државним стратегијама развоја. При томе, формална машински читљива репрезентација социјалних и економских карактеристика омогућује аутоматизовано резоновање, чиме се умањује утицај субјективности административних радника и чланова стручних тела на донете одлуке.</p> <p>Основно ограничење SCORE онтологије која је предложена у дисертацији је њена специјализованост и монолитност; тренутна верзија имплементира једну конкретну стратегију развоја (социјалне и економске карактеристике које су од значаја за развој конкретног региона) и један конкретан модел евалуације издавања гаранција (базиран на индексима приоритета) при чему су модел стратегије и модел евалуације тесно спрегнути. И овај недостатак се може уклонити или бар ублажити развојем онтологије у којој ће опис стратегије бити, колико је то могуће, одвојен од модела евалуације.</p>
<p>VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА</p> <p>Резултати добијени истраживањем приказани су прегледно и систематично, а поступак креирања онтологија је богато илустрован одговарајућим табеларним приказима. Закључци су јасно аргументовани.</p>
<p>IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:</p>
<p>1. Дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.</p>
<p>2. Дисертација садржи све битне елементе.</p>
<p>3. Дисертација је оригиналан допринос науци у следећем:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Предлог концептуалног модела државног гаранцијског фонда представља допринос у домену модела специјализованих информационих система. • Модификовани поступак за креирање онтологије који омогућује да се на основу аотација у онтологији и знања о пословним процесима и документима обезбеди основа за аутоматско креирање корисничког интерфејса (КИ) као компоненте информационог система представља допринос методологији развоја информационих система. • Сама онтологија која задовољава циљ експлицитне, машински читљиве репрезентације елемената који омогућују да се на основу њих и знања о пословним процесима и документима обезбеди основа за аутоматско креирање корисничког интерфејса као компоненте информационог система представља допринос аутоматизацији процеса развоја софтвера. • Онтологија SCORE за подршку одлучивању у процесу издавања гаранције која, за разлику од постојећих модела одлучивања у процесу издавања гаранција, поред индивидуалних карактеристика клијената у процесу оцењивања клијената узима у обзир и дефинисане стратегије развоја представља допринос моделима одлучивања.
<p>3. Ни суштински ни формални недостаци дисертације нису уочени.</p>

X ПРЕДЛОГ:
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:
Да се докторска дисертација прихвати и да се одобри јавна одбрана кандидату Саши Арсовском .

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

др Цвијан Крсмановић, редовни професор, председник

др Мирослав Трајановић, редовни професор, члан

др Бранко Милосављевић, редовни професор, члан

др Бранко Маркоски, ванредни професор, члан

др Горан Сладић, доцент, члан

др Зора Коњовић, редовни професор, члан-ментор