

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ  
КАНДИДАТА МР БОБАНА ВЕСИНА

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<p>1. Датум и орган који је именовео комисију</p> <p>29. 3. 2012. године, Научно-наставно веће Природно-математичког факултета, Универзитета у Новом Саду</p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– др Зоран Будимац, редовни професор, <i>Рачунарство, рачунарске науке и информатика</i>, 15. 6. 2004. године, Природно-математички факултет, Департман за математику и информатику, Универзитет у Новом Саду – председник</li><li>– др Мирјана Ивановић, редовни професор, <i>Рачунарство, рачунарске науке и информатика</i>, 29. 04. 2002. године, Природно-математички факултет, Департман за математику и информатику, Универзитет у Новом Саду – ментор</li><li>– др Драган Јанковић, редовни професор, <i>Рачунарство и информатика</i>, 22. 6. 2011. године, Електронски факултет, Катедра за рачунарство, Универзитет у Нишу – члан</li><li>– др Владимир Курбалија, доцент, <i>Рачунарство, рачунарске науке и информатика</i>, 1.2.2010. године, Природно-математички факултет, Департман за математику и информатику, Универзитет у Новом Саду – члан</li></ul>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Бобан (Анка) Весин</p> <p>2. Датум и место рођења, општина, република: 31. 05. 1978. године, Кикинда, Кикинда, Србија</p> <p>3. Датум одбране, место и назив магистарске тезе: 15. 11. 2007. године, Нови Сад, „Дизајн и имплементација туторског система за учење програмског језика Јава“</p> <p>4. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: Информатичке науке</p>
<b>III НАСЛОВ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ</b>
<p>Персонализација процеса електронског учења у туторском систему применом технологија семантичког веба</p> <p>(Personalization of learning process in tutoring system supported with the semantic web technologies)</p>

#### IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикана и сл.

Докторска дисертација има 168 страна, 9 поглавља организованих у 4 целине, 89 слика, 13 табела и 106 библиографских референци. Дисертација је структурирана на следећи начин:

Поглавље 1: Увод

Поглавље 2: Учење уз употребу веба

Поглавље 3: Персонализација и адаптација у системима учења

Поглавље 4: Семантички веб

Поглавље 5: Поређење система Протус 2.0 и сличних туторских система

Поглавље 6: Изградња модела туторског система

Поглавље 7: Дизајн и имплементација система Протус 2.0

Поглавље 8: Доприноси дисертације и завршна разматрања

Поглавље 9: Закључак

Предмет истраживања дисертације обухвата дизајн и имплементацију општег модела туторског система чија је примена илустрована на примеру развоја система за електронско учење програмског језика Јава. Општи модел је развијен применом технологија семантичког веба у циљу постизања персонализације процеса учења.

Дисертација је организована у четири основна дела. Први део представља теоријски оквир истраживања и састоји се од поглавља 1 до 4 у којима се приказују основне идеје и мотиви израде дисертације. У оквиру поглавља *Учење уз употребу веба* (енг. Web-based learning) приказане су основе електронског учења, технике персонализације процеса учења и могућности њихове интеграције у целокупан систем за електронско учење. Следи поглавље *Персонализација и адаптација у системима учења* у којем су приказане најпопуларније форме прилагођавања наставног материјала ученицима. Четврто поглавље под називом *Семантички веб* садржи приказ основних елемената семантичког веба, као и могућности примене технологија семантичког веба у области електронског учења.

Други део дисертације садржи приказ актуелних трендова из области дизајнирања и имплементације туторских система и садржи 5. поглавље под називом *Поређење система Протус 2.0 и сличних туторских система*. У оквиру овог поглавља приказана су три карактеристична система и опције персонализације које су у њима примењене. Овај део дисертације се завршава приказом резултата светских истраживања о популарности технологија семантичког веба.

Трећи део дисертације приказује иновативне научне резултате истраживања и представља основни допринос дисертације. У овом делу су приказани детаљи дизајна и имплементације система Протус 2.0 кроз поглавља 6 и 7. Шесто поглавље *Изградња модела туторског система* приказује иновативни приступ кандидата, као и детаље предлога и дизајна општег модела туторског система подржаног технологијама семантичког веба. Осим тога, приказују се основни принципи формирања и структурирања наставних материјала за предмете из различитих домена уз помоћ предложеног модела. Дефинисани општи модел обухвата предлог и имплементацију онтологија којима су представљене компоненте туторског система, као и дефиницију правила адаптације којима се специфицирају активности система у поступку персонализације учења. Поглавље *Дизајн и имплементација система Протус 2.0* садржи детаље о претходним верзијама система, основним циљевима нове верзије система и детаље о новопредложеној архитектури. У поглављу је приказана практична примена дефинисаног општег модела приликом имплементације програмерског курса у оквиру система Протус 2.0. На крају овог поглавља приказани су конкретни резултати извођења персонализације са становишта ученика.

Четврти део дисертације, кога чине поглавља 8 и 9, даје анализу дефинисаних онтологија уз помоћ

неких стандардних метрика над онтологијама, сумира резултате рада, даје коначан закључак и дискутује могућности за даљи рад.

#### **V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Дисертација у целини, као и њени поједини делови имају одговарајућу структуру и план излагања.

Први део дисертације, који укључује прва четири поглавља, представља уводни део дисертације који је добро организован и садржи детаљан преглед релевантне литературе и све термине и дефиниције потребне за разумевање осталог садржаја дисертације.

У другом и трећем делу дисертације, који укључују поглавља 5–8, приказани су иновативни и суштински резултати ове докторске дисертације. Проблематика истраживања је јасно формулисана и мотивисана, док су резултати изложени прецизно и систематично.

Девето поглавље је посвећено закључцима и могућностима за даљи ток истраживања.

Кандидат је добро систематизовао постојеће радове у овом пољу, док је својим резултатима дао оригиналан допринос области рачунарских наука. Тиме је он у потпуности реализовао постављене циљеве дисертације који су специфицирани у предлогу теме.

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

##### **M21 – Рад у врхунском међународном часопису**

1. **Vesin B.**, Ivanović M., Klašnja-Milićević A. & Budimac Z. (2012). *Protus 2.0: ontology-based semantic recommendation in programming tutoring system*, Experts systems with application Vol 39, pp. 12229–12246. (M21)
2. Klašnja-Milićević A., **Vesin B.**, Ivanović M. & Budimac Z. (2011). *E-learning personalization based on hybrid recommendation strategy and learning style identification*. Computers & Education, 56, pp. 885–899. (M21)

##### **M23 – Рад у међународном часопису**

3. **Vesin B.**, Ivanović M., Klašnja-Milićević A. & Budimac Z. (2013). *Applied recommendation supported with the ontology-based architecture in java tutoring system*, Computer Science and Information Systems – ComSIS, 10(1), pp. 237-261. (M23)
4. **Vesin B.**, Klašnja-Milićević A., Ivanović M. & Budimac Z. (2012). *Applying recommender systems and adaptive hypermedia for e-learning personalization*, Computing and Informatics, 32(3), pp. 629-659. (M23)
5. Klašnja-Milićević A., **Vesin B.**, Ivanović M. & Budimac Z. (2011). *Integration of recommendations and adaptive hypermedia into Java tutoring system*. Computer Science and Information Systems – ComSIS, 8 (1), pp. 211-224. (M23)

##### **M53 – Рад у научном часопису**

6. **Vesin B.**, Ivanović M. & Budimac Z. (2009). *Learning management system for programming in java*. Annales Universitatis Scientiarum De Rolando Eötvös Nominatae, Sectio Computatorica, 31, pp. 75–92. (M53)

##### **M51 – Рад у водећем часопису националног значаја**

7. Ivanović M., Pribela I., **Vesin B.** & Budimac Z. (2008). *Multifunctional environment for e-learning purposes*. Novi Sad Journal of Mathematics 38 (2), pp. 153–170. (M51)

### **M33 – Рад саопштен на скупу међународног значаја, штампано у целини**

8. Ivanović M., Mitrović D., Budimac Z., **Vesin B.** & Jerinić Lj. (2014). Different Roles of Agents in Personalized Programming Learning Environment, D.K.W. Chiu et al. (Eds.): ICWL 2011/2012 Workshops, LNCS 7697, 2014, pp. 161–170. (M33)
9. **Vesin B.**, Klašnja-Milićević A. & Ivanović M. (2013). Improving Testing Abilities of a Programming Tutoring System, The 17th International Conference on System Theory, Control and Computing, Sinaia, Romania, Paper id. 10 (M33)
10. **Vesin B.**, Klašnja-Milićević A., Ivanović M. & Budimac Z. (2013). Applying Collaborative Tagging and Semantic Web Technologies for Providing Recommendation in Programming Tutoring System, the 6th International Conference on Information Technology, ICIT 2013, Amman, Jordan, paper no. 714 (M33)
11. Klašnja-Milićević A., **Vesin B.**, Ivanović M. & Budimac Z. (2012). Personalisation of Programming Tutoring System Using Tag-based Recommender Systems, 2012 12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Rome, July 4-6, DOI 10.1109/ICALT.2012.125, pp. 666-667 (M33)
12. **Vesin B.** Ivanović M., Klašnja-Milićević A. & Budimac Z. (2011). *Rule-based reasoning for building learner model in programming tutoring system*, In: H. Leung et al. (Eds.): ICWL 2011, LNCS 7048, Springer, Heidelberg, pp. 154--163. (M33)
13. **Vesin B.**, Ivanović M., Klašnja-Milićević A. & Budimac Z. (2011) *Rule-based reasoning for altering pattern navigation in programming tutoring system*, 15th international conference on System theory, Control and Computing, October 14-16, Sinaia, Romania, pp. 644-649. (M33)
14. **Vesin B.**, Klašnja-Milićević A., Ivanović M. & Budimac Z. (2011). Ontology-Based Architecture for Providing Recommendation in Java Tutoring System, eds, Abdelfatah A. Yahya, Al-Dahoud Ali) In Proc. of 5th International Conference on Information Technology ICIT 2011, Amman, Jordan, paper no. 538. (M33)
15. Klašnja-Milićević A., **Vesin B.**, Ivanović M., Budimac Z. *Integration of Recommendations into Java Tutoring System*, The 4th International Conference on Information Technology ICIT 2009 Jordan, Paper no 154. 2009. (M33)
16. **Vesin B.**, Ivanović M., Budimac Z. & Pribela I. (2008). *MILE – multifunctional integrated learning environment*. In IADIS Multi Conference on Computer Science and Information Systems MCCSIS'2008, Amsterdam, Netherlands, pp. 104–108. (M33)
17. **Vesin B.**, Ivanović M. & Budimac Z. (2007). *“Tutoring System for Distance Learning of Java Programming Language”*, 10th Symposium on Programming Languages and Software Tools SPLST 2007, June 14-16, Dobogókő, Hungary, pp. 310-320. (M33)

### **M63 – Рад саопштен на скупу националног значаја, штампани у целини**

18. **Vesin, B.**, Klašnja-Milićević, A., Ivanović, M., Budimac, Z., Personalizovano učenje u tutorskim sistemima, *IV simpozijum Matematika i primene, maj 2013, Matematički fakultet, Beograd*, u štampi. (M63)
19. Budimac Z., Ivanović M., Putnik Z., Komlenov Ž., Pribela I., Klašnja-Milićević A., **Vesin B.**, *Elektronsko učenje na Departmanu za matematiku i informatiku, od prvih koraka do elementarne web 2.0*, Elektronsko učenje, na putu ka društvu znanja, Beograd, 2010 (M63)
20. **Vesin B.** & Ivanović M. (2004). *Modern educational tools*. Proceedings of PRIM2004, 16th Conference on Applied Mathematics, Budva, Montenegro. 2004. (M63)
21. **Vesin B.** & Ivanović M. (2003). *Procena funkcionalnosti sistema*. In Proc. of XVIII Info-Teh conference, Vrnjačka banja, Serbia&Montenegro, pp. 112 - 120. (M63)

## VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У дисертацији је представљен оригинални приступ развоју општег модела персонализованог веб туторског система за реализацију и имплементацију електронске форме наставног садржаја за предмете из различитих области. На основу дефинисаног модела развијен је конкретан систем Протус 2.0 и он је у потпуности примењен за учење основа програмског језика Јава. Систем аутоматски прилагођава наставни материјал, изглед и карактеристике корисничког интерфејса, стилу учења, захтевима, навикама и нивоу знања сваког појединачног ученика. Разлике између ученика се утврђују на основу тренутног нивоа знања, индивидуалног стила учења, карактеристика, захтева и циљева ученика. Систем аутоматски усмерава активности ученика и генерише препоруке линкова, акција и наставног материјала током процеса учења.

Значајан допринос дисертације се огледа у иновативној употреби технологија семантичког веба, онтологија и правила адаптације. Ови елементи су искоришћени за побољшање карактеристика постојећег туторског система. Предложена је архитектура персонализованог туторског система који се у потпуности ослања на технологије и стандарде семантичког веба. Дефинисане су и предложене онтологије које одговарају компонентама традиционалних туторских система.

Све функционалности персонализације у систему су представљене правилима адаптације. На тај начин, за модификацију опција персонализације у систему Протус 2.0 је довољно само ажурирање правила адаптације без потребе за мењањем структуре наставног материјала и архитектуре система. Сходно томе, Протус 2.0 се лако прилагођава специфичним захтевима дизајнера наставног материјала из различитих домена.

Експлицитна концептуализација компоненти система у форми онтологија подстиче размену и поновну употребу знања, комуникацију и сарадњу између компоненти система. Имплементиране онтологије омогућују развој стандардизованог наставног материјала из различитих домена, лакшу размену знања и поновну употребу компоненти система приликом изградње других туторских система. Предложене онтологије могу служити као почетна база знања која се даље проширује и модификује у циљу развоја адаптивних система из других домена.

Основни допринос истраживању приказан у овој дисертацији је:

- Дефинисање општег модела туторског система. Моделирани су елементи туторског система за приказ наставног материјала из различитих домена употребом технологија семантичког веба.
- Дефиниција онтологија и правила адаптације у туторском систему, са нагласком на њиховој разумљивости и могућности лаког ажурирања и поновне употребе.
- Имплементација персонализованог туторског система са јасно издвојеним компонентама уз експлицитан приказ правила адаптације у процесу учења чиме се олакшава разумевање, прилагођавање и поновна употреба компоненти туторског система.
- Свака компонента туторског система је моделирана одговарајућом онтологијом, чиме је омогућено јасно раздвајање компоненти туторских система (модула адаптације, апликационог модула, модула домена, модела ученика и модула за праћење корисничких сесија) и експлицитна комуникација између њих.
- За сваку акцију персонализације у систему су дефинисана одговарајућа правила адаптације. Ова правила адаптације користе податке из онтологија домена, задатака, модела ученика и онтологије наставне стратегије у циљу реализације персонализације. Стога, Протус 2.0 садржи правила за приказивање опција персонализације за сва четири домена стилова учења (домени обраде информација, перцепције информација, пријема информација и разумевања информација) као и за генерисање препорука на основу избора оптималних навигационих секвенци. Правила адаптације омогућавају прецизну дефиницију свих активности персонализације које се врше у систему.

## VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Приказ истраживања је прецизно организован по логичким целинама, а сви резултати су детаљно илустровани са примерима. Кандидат на свеобухватан и исцрпан начин анализира примену технологија семантичког веба за имплементацију опција персонализације у турском систему и даје коначан предлог општег модела турског система. У дисертацији су јасно изложена савремена сазнања о изучаваној проблематици као и целовита и темељна анализа резултата истраживања.

На основу начина приказивања и тумачења резултата истраживања, може се констатовати да рад садржи оригиналне научне резултате који задовољавају захтеве нивоа докторске дисертације.

## IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

### 1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?

Увидом у образложење наведено у пријави теме може се утврдити да је дисертација написана у складу са програмом истраживања наведеним у пријави теме и да су добијени резултати који су предвиђени у пријави теме.

### 2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Дисертација садржи све битне елементе. Дат је опширан увод у теорију и технике персонализације у образовним системима и окружењима, који служи као полазна основа за добијене резултате који су приказани у каснијим поглављима. Јасно су изложена актуелна сазнања о изучаваној проблематици. Детаљан приказ оригиналних научних резултата докторске дисертације кандидата дат је у каснијим поглављима.

Обиман списак библиографских референци садржи релевантне радове и сведочи о добром познавању области. У односу на укупан број од 106 наведених библиографских референци релевантних за испитивану тематику, кандидат је коаутор у 11 референци. Резултати студије приказани су систематично и јасно, уз употребу квалитетних и садржајних табела и графикона. Дисертација је прегледна и добро организована.

### 3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?

Приказани резултати истраживања у докторској дисертацији представљају оригиналан и вредан допринос у области персонализованог учења. Кандидат у дисертацији на свеобухватан и исцрпан начин анализира актуелне трендове из области персонализације у системима учења. Дисертација садржи критичку анализу добијених резултата као и њихово поређење са резултатима сличних истраживања. Доприноси дисертације су вишеструки:

- детаљна анализа техника и имплементације различитих опција персонализације у турским системима,
- анализа могућности интеграције технологија семантичког веба и система за генерисање препорука у процесу учења у циљу извођења адаптације и персонализације засноване на идентификацији стилова учења и избора оптималних навигационих секвенци,
- анализа проблема одржавања и поновне употребе компонената турског система употребом технологија семантичког веба.

Осим наведених теоријских доприноса, резултати дисертације пружају и низ могућих практичних примена. Следећи доприноси дисертације представљају полазну основу за широку практичну употребу овог система:

- Дефинисање општег модела турског система у потпуности дефинисаног употребом

технологија семантичког веба за приказ наставног материјала из различитих домена као и употреба дефинисаног модела за унапређење постојећег система Протус.

- Формална дефиниција општег облика концепата и ресурса за приказ наставног материјала прилагођеног различитим потребама и захтевима ученика.
- Приказ употребе онтологија и правила адаптације као елемената семантичког веба, за побољшање карактеристика туторског система.
- Предлог правила адаптације за дефинисање активности система у циљу персонализације корисничког интерфејса и наставног материјала током корисничких сесија. Формална дефиниција правила адаптације за извођење персонализације на основу индивидуалних стилова учења и избора оптималне путање кретања кроз наставни материјал.
- Имплементација прототипа система и његова реална употреба за учење програмског језика Јава у којем се персонализација врши на основу тренутног нивоа знања, индивидуалних стилова учења, карактеристика, захтева и циљева ученика.

Сви наведени доприноси представљају помаке у одговарајућим информатичким дисциплинама, па и шире, јер дају важне увиде у могућности примене описаних техника у персонализацији система за електронско учење, предлажу задовољавајућа решења идентификованих проблема, и стварају бројне могућности за будућа квалитетна истраживања.

#### 4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Дисертација нема недостатака.

### **X ПРЕДЛОГ**

На основу претходно изнетих чињеница као и на основу целокупне оцене дисертације, комисија предлаже да се докторска дисертација под називом *Персонализација процеса електронског учења у туторском систему применом технологија семантичког веба* кандидата мр Бобана Весина прихвати, а кандидату одобри јавна одбрана дисертације.

#### ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

\_\_\_\_\_  
др Зоран Будимац, редовни професор, председник

\_\_\_\_\_  
др Мирјана Ивановић, редовни професор, ментор

\_\_\_\_\_  
др Драган Јанковић, редовни професор, члан

\_\_\_\_\_  
др Владимир Курбалија, доцент, члан