

12.07.2012. године
Београд,

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Веће научних области техничких
наука

Београд
Студентски трг бр 1

У прилогу дописа достављамо потребну документацију за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације кандидата мр Горана (Милорад) Секулића.

Захтев се доставља у складу са чланом 54 Закона о Универзитету.

С поштовањем,

СЕКРЕТАР ФАКУЛТЕТА

Гордана Алексић Славински, дипл. Правник

Факултет организационих наука

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

04-03-11/92
(Број захтева)

Веће научних области техничких наука
(Назив стручног већа коме се захтев упућује
сходно чл. 6. и члану 7. ст. 1. овог Правилника)

12.07.2012 .
(Датум)

ЗАХТЕВ
за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 57. ст. 3. Закона о универзитету («Службени гласник РС» бр. 21/02), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације: (пун назив предложене теме докторске дисертације) Индукција и елаборација когнитивне шеме за учење Java web оквира употребом интегралног метамодела у настави

НАУЧНА ОБЛАСТ: ОРГАНИЗАЦИОНЕ НАУКЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:
мр Горан (Милорад) Секулић
2. Назив и седиште Факултета на коме је стекао високо образовање: Факултет цивилне одбране
3. Година дипломирања: 2002. године
4. Назив магистарске тезе кандидата: Компаративна анализа савремених Java web апликационих оквира
5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена: ФОН
6. Година одбране магистарске тезе: 2010. година
7. Назив факултета на коме је кандидат завршио докторске студије: /
Одсек, смер или група: /
Година завршетка докторских студија: _____

Обавештавамо вас да је: НАСТАВНО НАУЧНО ВЕЋЕ ФОН-А
(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној: 11.07.2012. године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Милан Мартић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Горана Секулића

Име и презиме ментора: Владан Девеџић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Z. Sevarac, V. Devedzic, J. Jovanovic, "Adaptive Neuro-Fuzzy Pedagogical Recommender", **Expert Systems With Applications**, Vol.39, No.10, 2012, pp. 9797-9806, ISSN 0957-4174. DOI: 10.1016/j.eswa.2012.02.174 (IF = 2.203)
2. D. Đurić, V. Devedžić, "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. 41, Issue 6, pp 1-13, 2011. DOI: 10.1109/TSMCC.2011.2140316 (IF = 2.009)
3. V. Devedzic, S.R. Milenkovic, "Teaching Agile Software Development: A Case Study", **IEEE Transactions on Education**, Vol.54, No.2, 2011, pp. 273-278. DOI: 10.1109/TE.2010.2052104 (IF = 1.021)
4. D. Djuric, V. Devedzic, "Magic Potion: Incorporating New Development Paradigms through Metaprogramming", **IEEE Software**, Vol.27, No.5, 2010, pp. 38-44, DOI: 10.1109/MS.2010.90 (IF = 1.508)
5. M. Devedzic, V. Devedzic, "Imagine: Using New Web Technologies in Demography", **Social Science Computer Review**, Vol.28, No.2, 2010, pp. 206-231, DOI: 10.1177/0894439309332661 (IF = 1.075)

Заокружити одговарајућу опцију(А,Б,В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

☒ В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има

пет радова (рефернци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односне дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум _____

М.П.



Поводом предлога Већа студијског програма докторских академских студија, а на основу члана 56. Статута Факултета, на седници Наставно-научног већа одржаној 11.07.2012. године, једногласно је донета следећа

ОДЛУКА

Усваја се Извештај Комисије за оцену научне заснованости пријављене докторске дисертације кандидата мр Горана Секулића под насловом »ИНДУКЦИЈА И ЕЛАБОРАЦИЈА КОГНИТИВНЕ ШЕМЕ ЗА УЧЕЊЕ *JAVA WEB* ОКВИРА УПОТРЕБОМ ИНТЕГРАЛНОГ МЕТА МОДЕЛА У НАСТАВИ«. За ментора се предлаже др Владан Девеџић, ред. проф. ФОН-а.

Извештај се доставља Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Председник Наставно научног већа

Проф. др Милан Мартић

Доставити:

- Стручном сараднику за ПДС
- Ментору
- Вишем референту органа управљања и стручних органа
- Архиви

Наставно-научном већу ФОН-а

Одлуком Научно-наставног већа ФОН-а од 30.05.2012. године именовани смо у Комисију за оцену научне заснованости пријављене докторске дисертације кандидата мр Горана Секулића под насловом: **“Индукција и елаборација когнитивне шеме за учење Јава веб оквира употребом интегралног метамодела у настави”** и на основу тога подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Општи биографски подаци

Горан Секулић је рођен 12. 7. 1970. године у Београду, република Србија.

Основну и средњу школу завршио је у Београду.

Године 1989. уписује Војну академију РВ и ПВО за ВВШ у Рајловцу. На Факултету цивилне одбране у Београду дипломирао је 2002. године. Након тога уписује постдипломске студије на Факултету организационих наука Универзитета у Београду. Магистрирао је у области софтверског инжењерства 2010. године на Факултету организационих наука.

Током студија је био ангажован на развоју и имплементацији пројекта Информациони систем научноистраживачке делатности у Министарству одбране и пројекту имплементације софтверског система Костмод за симулацију у дугорочном планирању у систему планирања, програмирања и извршења у Министарства одбране Републике Србије. Учествовао је у извођењу наставе на предмету софтверски процес и евалуација софтвера на Факултету организационих наука, који се одржава у завршном семестру основних студија смера информациони системи и технологије на Факултету организационих наука у Београду. Током рада у Министарству одбране руководио је групом за научноистраживачку делатност и био члан групе за израду документа “Стратегијске смернице развоја научноистраживачке делатности у Министарству одбране и Војсци Србије“. Тренутно обавља дужности на пословима информатичке подршке у Ректорату Универзитета одбране. Ангажован је пројекту имплементације Факултетског информационог система и Информационог система Универзитета одбране.

Ожењен је супругом Слађаном и има четворо деце.

Подаци о магистратури

На Факултету организационих наука Горан Секулић је завршио магистарске студије са просечном оценом 9.58, и одбранио магистарски рад под називом: “Компаративна анализа савремених Јава веб апликационих оквира”, 23. фебруара 2010. године.

Списак објављених радова

Магистарски рад

- Г. Секулић: “Компаративна анализа савремених Java web апликационих оквира”, Област: Софтверско инжењерство, Ментор: др Синиша Влајић, ФОН, Београд, фебруар 2010.

Радови објављени у часописима

- Ј. Стојановић, Д. П. Милошевић, И. Антовић, Г. Секулић, Т. Бељић-Живковић, Утицај различитих режима инсулинске терапије на квалитет живота особа оболелих од DIABETES MELLITUS-а тип 1, Војносанитетски преглед, Београд, 2011. (потврда о прихватању за штампу)

Радови објављени на конференцијама

- Г. М. Секулић, С. Влајић, И. Антовић, Метамодел валидационог механизма код STRUTS, SPRING MVC и JSF JAVA WEB оквира, XVII конференција YU INFO & ICIST, Копаоник, 2011.
- Г. М. Секулић, С. Влајић, И. Антовић, Компаративна анализа савремених Java web апликационих оквира, XVI конференција YU INFO & ICIST, Копаоник, 2010.
- Г. Секулић, “Примена методе равномерне размене у избору беспилотне летелице“, SYMOPIS 2007. године.

Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Кандидат Горан Секулић је запослен у Ректорату Универзитета одбране где је ангажован на пословима информатичке подршке. Повремено је био ангажован на извођењу наставе на Факултету организационих наука при Лабораторији за софтверско инжењерство. Области интересовања кандидата су Јава веб оквири, апстракција у софтверском инжењерству, едукациони приступи у софтверском инжењерству. Као што се у приложеној биографији може видети био је ангажован на неколико значајних пројеката, публиковао је више научних радова у научним часописима и на конференцијама. Кандидату је прихваћен рад за штампу у часопису који је у 2010 години имао *Impact Factor* 0.199.

На основу свега наведеног, сматрамо да кандидат Горан Секулић поседује потребно знање и искуство за израду докторске дисертације на тему **„Индукција и елаборација когнитивне шеме за учење Јава веб оквира употребом интегралног метамодела у настави“**.

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Приказ проблема и предмета истраживања

Појавом Интернета, све већи број пословних система настоји да побољша своје пословање користећи предности његовог најпознатијег сервиса *World Wide Web-a*. Како би се омогућио што бржи одговор на захтеве тржишта, развијена су различита софтверска решења која убрзавају развој веб орјентисаних информационих система. Оквири представљају обећавајућу технологију за софтверске пројекте, која има за циљ смањење трошкова и времена за развој и побољшање квалитета више-нивојског система. С обзиром на постојање великог броја *Јава веб* оквира и њихове разноликости, пројектни тимови често морају правити избор оквира за израду одговарајуће веб апликације или уводити потпуно нове оквири за развој, јер је време инвестирано у одлуку који ће се оквир употребити у развоју *Јава веб* апликације веома исплатив. Да би се уопште користили објектно-оријентисани оквири, захтева се улагање значајног напора за учење. На пример, како би неко постао веома продуктиван програмер за одређени *Јава веб* оквир, овај напор често траје од 6 до 12 месеци и такође зависи од самог претходног искуства програмера. Због великог напора у учењу, употреба оквира има смисла само ако се користи у дугорочним пројектима. Штавише, целисходност примене оквира за одређену апликацију не може бити очигледна док је крива учења стрма (Faiad & Schmidt, 1997)¹.

Ове динамичне околности, везане за технологију *Јава веб* оквира, захтевају да веб инжењери буду оспособљени да уче на делотворан начин, како би смањили време за учење нових оквира. За студенте је важно да постану способни да самостално проучавају нове технологије (Tiezheng et al 2011)². Међутим, студенти не поседују одговарајућа правила или шеме како стекну одговарајућу вештину (Merriënboer, 1997)³. У том контексту потребно је унапредити учење код студената, будућих стручњака, за лако усвајање општеважећих концепата у технологији *Јава веб* оквира како би се оспособили да у будућности примењују ове способности у учењу нових оквира.

Један од начина који може смањити криву учења и повећати ефикасност у учењу *Јава веб* оквира је стратегија којом се у наставу уводе знања на почетку процеса учења, која код студената стимулишу стицање когнитивне шеме. Добро пројектована пракса би требало да обезбеди интензивну обуку о основним вештинама, али под строгим условима који снажно промовишу стицање шеме (Merriënboer & Paas, 1990)⁴. Настава

¹ Fayad, M. & Schmidt, D. (1997). Object-Oriented Application Frameworks, Communications of the ACM, Vol. 40, No. 10.

² Tiezheng, S. Chunyan, Q. Jianhua, J. (2011). A Teaching Model Based on Schema Theory in Computer Programming Curriculum. The 6th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE 2011) IEEE.

³ Merriënboer, J. (1997). Training Complex Cognitive Skills: A Four-Component Instructional Design Model for Technical Training, Educational Technology Pubns.

⁴ Merriënboer, J. & Paas G. W. C (1990). Automation and Schema Acquisition in Learning Elementary Computer Programming: Implications for the Design of Practice, Computers in Human Behavior, Vol. 6, pp. 273-289.

би требала да буде пројектована на такав начин да доводи до стицања когнитивних шема (Croock, Merriënboer, 2007)⁵.

У складу са теоријом шема, нове информације, нови концепти и нове идеје могу имати смисла само када могу бити у вези са нечим што појединац већ зна. Дакле, теорија шема наглашава значај предзнања и подстицаја из различитих сценарија (Jianhua, 2010)⁶. Ово се односи на све процесе учења који могу да доведу до развоја когнитивне шеме која омогућава решавање непознатих аспеката проблема или помоћу класификације ових проблема и њихових подпроблема, тако да припадају одређеној класи, или применом општих принципа или планова за ове класе или проблеме, како би се постигло решење (Merriënboer, 1997).

Когнитивна шема представља апстрактну структуру информације. Она је апстрактна у смислу да сажима информације о многим конкретним случајевима (Anderson, 1984)⁷. Један од аспеката у дефиницији о апстракцији наглашава процес генерализације односно издвајања општих концепта који се формирају издвајањем заједничких функција из конкретних примера (Kramer, 2007)⁸. Апстрактна знања о пројектовању и процесима пројектовања у софтверском инжењерству заједно са низом процедура које спроводе тај процес се називају пројектне шеме (Atwood, M. et al 1980)⁹. Оквири су по својој природи апстрактни, будући да они генерализују решења од практичних апликационих изазова до обезбеђења групе решења. Концепт апстракције је уведен од стране (Bartlett, 1932)¹⁰ у проучавању својстава људског когнитивног система. Он је приметио да људи не памте прецизне детаље свог искуства, већ формирају збирни приказ под називом апстрактна шема њиховог искуства.

Дакле, апстракција генерално подразумева снимање информација у смањеном или сажетом облику остављајући недефинисане детаље. Резултат поступка апстраховања је добијање мањег броја делова информација које је потребно обрадити од стране когнитивног система лица, јер је број објеката у апстрактном проблему најчешће мањи него број објеката у оригиналном проблему. Међутим, вештина апстракције као кључни концепт у софтверском инжењерству, се тешко стиче. Стога, разумевање концепта апстракције и начини како се предају и тестирају способности апстраховања су од кључног значаја за будућност професије у софтверском инжењерству (Kramer 2007).

Код моделовања процес апстракције поједностављује модел уклањањем непотребних детаља који нису неопходни на вишем апстрактном нивоу. Постоје различите технике за креирање модела апстракције. Једна од њих је и употреба

⁵ Croock, M. & Merriënboer J. (2007). Paradoxical effects of information presentation formats and contextual interference on transfer of a complex cognitive skill, *Computers in Human Behavior* 23 1740–1761.

⁶ Jianhua J (2010). Application of Schema Theory to Modeling and Decision Support Teaching, IEEE, Paper presented at the 2nd International Conference on Computer Engineering and Technology).

⁷ Anderson, R. (1984). Some Reflections on the Acquisition of Knowledge, *Educational Researcher*, Vol. 13, No. 9, pp. 5-10.

⁸ Kramer, J. (2007). Is abstraction the key to computing, *COMMUNICATIONS OF THE ACM*, /Vol. 50, No. 4.

⁹ Atwood, M. Jeffries, R. Turner, A. Polson, P. (1980). The Processes Involved in Designing Software, Defense Technical Information Center.

¹⁰ Bartlett, C. (1932). *Remembering : A study in experimental and social psychology*. New York, Cambridge University Press.

дијаграма, јер већина људи визуелизује структуру графички. Концептуални модели могу бити описани употребом различитих нотација. Најчешће се употребљава UML нотација, где је концептуални модел описан са дијаграмом класа у којима класе представљају концепте а асоцијације представљају различите односе између концепата.

Са аспекта софтверског инжењерства можемо рећи да је визуелизација кохерентна ако студент може да конструише ментални модел из дате визуелизације. Менталне моделе можемо посматрати као сложене когнитивне шеме које укључују и декларативно и процедурално знање потребно за ефикасно решавање проблема у свакој фази стицања вештина (Merriënboer, 1997). Део садржаја дуготрајне меморије који обухвата чињенично знање тј. знање о појмовима и информацијама различитих врста се назива декларативно знање, док за правила о употреби одређених (нпр. симбола помоћу којих рачунар обавља неке операције) је потребно знање о процедури да би се дошло до одређеног исхода, те се оно назива процедурално знање. Значи декларативно знање подразумева знање о нечему, док се процедурално знање односи на то како се обављају поједине операције. Подела на декларативно и процедурално знање само је један од могућих критеријума на основу којих можемо да разликујемо различите врсте садржаја дуготрајне меморије (Костић, 2010)¹¹.

Процес изградње менталне хијерархије апстракције од нижег ка вишем нивоу софтверских објекта и односа је напорнији за учење него од вишег ка нижем нивоу. Тако, коришћењем апстракције и концептуалног моделовања, могуће је изградити интегрални метамодел Јава веб оквира, помоћу кога се код почетника може стимулисати стицање когнитивне шеме на почетку процеса учења, која би омогућила стицање потребног предзнања о Јава веб оквирима. Са тако изграђеном организованом јединицом знања, апстрактном менталном структуром код студента, могуће је касније делотворније повезати нове информације о новим Јава веб оквирима.

У ширем смислу предмет овог истраживања јесте израда интегралног метамодела Јава веб оквира који се користи у настави како би студенти стекли вештине учења нових Јава веб оквира који су студентима напорни за учење, као и вештина апстракције код студената које су од суштинског значаја за у софтверском инжењерству. Разматрање овог предмета има за циљ утврђивање принципа и карактеристика које треба да буду саставни део будућег алата који ће омогућити делотворније учење Јава веб оквира. Употреба графике, као што су разни видови концептуалних модела, најчешће побољшавају разумевање концепата и структурних односа. У поступку моделовања, често се издвајају релевантни подаци и информације из проблемске ситуације модела, како би се формирао концептуални модел проблема, који омогућава лакше разумевање проблема. Обзиром да је циљ метамодела једноставнији приказ модела, можемо сматрати метамоделовање апстракционом техником, која мења облик модела, како би олакшао идентификацију компоненти система и њихових међусобних односа и креирао представу о систему у другом облику, обично на вишем нивоу апстракције. Разматрањем различитих реализација савремених *Јава веб* оквира, ми градим заједнички метамодел за представљање концепата и односа за одређена својства Јава веб оквира.

¹¹ Kostić Alksandar, Kognitivna psihologija, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, 2010.

Јава веб оквири се могу ефикасније учити, премда је учење о оквирима уско везано за неколико фактора. У овом раду проучаваћемо реализације Java Web оквира и то: Struts, Spring MVC и JSF који су засновани на JSP Model 2 архитектури. Идентификоваћемо својства ових оквира, извршити анализу конкретних реализација идентификованих својстава и развити модел за свако својство. Уочавањем заједничких карактеристика за све моделе покушаћемо да изградимо метамодел за свако својство и на крају интегрални метамодел који би представљао уопштени модел за све разматране савремене Јава веб оквири. Различити Јава веб оквири су снажно подржани са веб својствима, чиме се обезбеђује предност у стандардизацији апликационе структуре и смањује време и напор потребан за развој Јава веб апликација. Разлог за избор четири својства Јава веб оквира (валидација, навигација, тип конверзије и интернационализација) у овом раду је тај да су она подржана од стране изабраних оквира, да су ова својства општа и суштинска, а досег њихове употребе покрива готово све типове Јава веб апликација од малих до великих.

Осим тога, ми ћемо истраживати когнитивни утицај интегралног метамодела Јава веб оквира на студенте, нудећи им предзнања која се односе на Јава веб оквири, као и импликације овако добијеног знања на активирање когнитивних шема о Јава веб оквирима код студената. Стога ћемо анализирати концепт интегралног метамодела у светлу теорије шема.

Теорије учења покушавају да опишу и разумеју различите начине на које људи уче. Они су важан ресурс за истраживање у образовању у софтверском инжењерству, јер могу да нас воде и у стварању нових образовних приступа и у помагању да анализирамо и побољшавамо постојеће приступе. Постоје велика преклапања између теорија учења, а постоје и неколико теорија учења које обухватају извесан број других теорија. Ове теорије могу да помогну дајући идеје о структури наставних процеса са студентима.

Теорија шема је популарна когнитивна теорија. Један од доприноса когнитивне психологије је идеја да људи не само да прикупљају детаљне информације о објектима, ситуацијама, догађајима и акцијама, већ и да носе њихово претходно знање које им помаже да уче о новим стварима. Ричард Андерсон, образовни психолог, је одиграо важну улогу у увођењу ове теорије у образовну заједницу. Андерсон је нагласио да шема обезбеђује облик за представљање комплексних знања и конструкцију која обезбеђује прорачун, колико предзнање може утицати на стицање нових знања. Ова теорија се односи на концепте који се фокусирају на односе између предзнања и разумевања, објашњавајући начине на које се искуство и повезани концепти складиште у меморији. Према теорији шеме, знање је основ људске интелектуалне вештине се чува у дугорочној меморији у облику шеме. Њена функција је да обезбеди механизам за организацију и складиштење знања, као и смањење оптерећења радне меморије. Шема категоризује елементе информација у складу са начином на који ће се користити. Знања појединца, односно комплетно знање појединца је генерички уграђено у шеме. Шеме постоје за генерализовање концепата на којима почивају објекти, ситуације, догађаји, секвенце догађаја, акције и секвенце акција (Rumelhart & Ortony (1976)¹². У студији

¹² Rumelhart, D. & Ortony, A. (1976). Center for Human Information Processing, Dept. of Psychology, University of California, San Diego.

(Merriënboer, 1997) је приметио да сложене когнитивне вештине, у које спада и програмирање, обухвата скуп конституивних вештина, од којих се неке заснивају на правилима која су више или мање аутоматска, док се друга обављају као контролисана понашања која се заснивају на шемама.

Након развоја корисне шеме, она пружа снажна, општа знања за контролу процеса над којима раде, као што је проучавање примера, где се апстрахују заједничке карактеристике из различитих примера који се онда могу користити за генерисање и усмеравање понашања у новим, непознатим проблемским ситуацијама. Тако се и шема пројектовања употребљава и у стварању и у схватању софтверског пројекта. Она није везана ни за који одређени домен проблема, већ се састоји од апстрактног знања о комплетној структури пројектовања и процесима укљученим у генерисање пројекта (Atwood at all 1980). Добро развијена когнитивна шема обезбеђује снажно, генерализовано и апстрактно знање за рад посредством контролисаних процеса, које се онда може употребити за генерисање упутства за понашање у ситуацији са новим непознатим проблемом. Развој когнитивних шема укључује следеће главне процесе учења (Merriënboer, 1997):

Индукцију, процес учења за изградњу нових знања у облику шеме где су шеме реконструисане или подешене, како би биле више у складу са конкретним искуствима и

Елаборацију, процес учења када студенти интегришу ново представљене информације у њихову већ постојећу базу знања.

Пракса или директно искуство такође може да доведе до модификације декларативног знања или когнитивне шеме (Proctor & Reeve (1988)¹³. Индукција шеме је важан процес за изградњу нових знања у облику шеме или за прилагођавање постојеће шеме тако да више одговара добијеним искуствима (Holland at all 1986)¹⁴. Један од два преовлађујућа индуктивна процеса је генерализација, која је уско везана за апстракцију. Генерализација се односи на процесе у којима су општије или више апстрактније верзије шема индуковане на основу једног или више конкретних искустава. Више апстрактне шеме истичу заједничке аспекте и апстракције одвојене од детаља. Иако се обично претпоставља да је генерализација олакшана употребом низа примера, генерализација на основу само једног примера није неуобичајена (Elio & Anderson (1984)¹⁵; Kieras & Bovair (1986)¹⁶.

Поред тога, учење је мање сложено уколико се нове информације спајају са већ постојећом шемом. У циљу постизања тачне представе, студенти морају да интегришу нове информације у шеме које су већ доступне у њиховој меморији како би постигли

¹³ Proctor, R. W., & Reeve, T. G. (1988). The acquisition of task specific productions and modification of declarative representations in spatial-precuing tasks. *Journal of Experimental Psychology: General*, 117, 182–196.

¹⁴ Holland, J. H. Holyoak, K. J. Nisbett, R. E. & Thagard, P. R. (1986) *Induction Processes of Inference, Learning, and Discovery*, MIT Press.

¹⁵ Elio, R. Anderson, R. (1984). The effects of information order and learning mode on schema abstraction, *Memory & Cognition* 12(1), 20-30.

¹⁶ Kieras, D.E. & Bovair, S. (1986). The acquisition of procedures from text: A production system analysis of transfer of training, *Journal of Memory and language*, 25, 507-524.

дубоко разумевање. Овај процес асимилације нове информације у декларативној меморији се назива елаборација. Елаборација подразумева да ћемо учење учинити плоднијим уколико нове информације повежемо са већ постојећим знањем. Када студенти елаборирају нове информације, они прво претражују своју меморију за когнитивним шемама како би обезбедили когнитивну структуру за разумевање нових информација у општим цртама. Од кључног је значаја да су когнитивне шеме изграђене у процесу елаборације при чему нису успостављени произвољни односи између нових информационих елемената и студентског претходног знања (Merriënboer, Kirschner, & Kester, (2003)¹⁷. Ове шеме су повезане са новим информацијама, а елементи из пронађених шема, које нису део нове информације су сада у вези са њима.

Ово представља облик смисаоног учења, јер су ученици свесно повезали нови материјал са једном или више шема које већ постоје у меморији. Дакле, ученици користе оно што већ знају о теми како би им помогло да структурирају и разумеју нове информације. Главни резултат елаборације је когнитивна шема која је обogaћена са новим информацијама, са многим међувезама, како унутар шеме тако и са другим шемама. То олакшава могућност поновног проналаaska и употребљивости шеме, зато што проналажање путева из више пута доводи до тога да одређене информације постају доступније. Укратко, резултат елаборације је богата база знања која обезбеђује структурално разумевање предметне материје. База знања је погодна за рад посредством контролисаних процеса (нпр. резонување) које се онда може употребити за генерисање упутства за понашање у ситуацији са новим непознатим проблемом.

Добро развијени ментални модели и когнитивне стратегије су примери сложених шема који имају општу или апстрактну природу. Они дозвољавају вишеструко коришћење истог уопштеног знања за обављање различитих задатака. Студентима почетницима се може помоћи да конструишу овакве менталне моделе и когнитивне стратегије помоћу подржавајућих информација. Ове информације је најбоље је представити пре него што студенти почну да уче одређени задатак. На такав начин когнитивна шема се може градити у дуготрајном памћењу и може се накнадно активирати у радној меморији током извођења задатака. Од преузимања већ конструисаних шема се очекује да ће бити мање когнитивно захтевне него активирање комплекса информација споља представљених у радној меморији, током обављања задатака (Merriënboer, Kirschner, & Kester 2003).

Стицање когнитивне шеме код студената укључује свесно контролисане и промишљене процесе елаборације и индукције. За учење *Јава веб* оквира би требало пројектовати наставу тако да се студенти прво упознају са интегралним метамоделом, као примером искуства за индукцију апстрактније верзије когнитивне шеме *Јава веб* оквира, а касније да кроз елаборацију, врше претрагу и свесно повезују нови материјал и информације о Јава веб оквирима са већ изграђеном шемом у меморији.

Такође, у новијој студији (Kolfshoten et al., 2009)¹⁸ описују у својим експериментима у симулацији градивних блокова, да студенти који су користили узор

¹⁷ Merriënboer, J. G. Kirschner, P. A. & Kester, L.(2003). Taking the Load Off a Learner's Mind: Instructional Design for Complex Learning Educational psychologist, 38(1), 5–13.

¹⁸ Kolfshoten, G. Lukosch, S. Verbraeck, A. Valentin, E.Vreede. G. (2009). Cognitive learning efficiency through the use of design patterns in teaching, Computers & Education 54 (2010) 652–660.

пројектовања нису имали проблема да разумеју систем, док они који нису користили узор пројектовања су наишли на проблеме неразумевања основних функција и концепата у домену. Они доказују да употреба узора пројектовања не само да утиче на ефикасност у пројектовању, него и побољшава ефикасност учења код почетника за стицање вештина пројектовања (пројекти су били прихватљивог квалитета) и побољшава квалитет когнитивне шеме коју они граде у домену. Обзиром да *Java веб* оквири у себи интегришу *Front Controller* узор разматраћемо да ли и он нуди знања на интегрисани начин чувајући когнитивну пажњу студената.

Једном када се схвати да рачунарство говори о изградњи, манипулисању и резонувању о апстракцији, долази се до закључка да је важан предуслов за (добро) писање компјутерских програма, способност да се рукује апстракцијама на прецизан начин (Develin, 2003)¹⁹. Савремени програмски језици пружају пуно апстракционих механизма. Програмери се позивају да их користите. Уопштено говорећи, учење о програмирању није само учење о функцијама неког језика, већ је и учење о принципима и стратегијама које треба се примењују у пројектовању програма. Програмери треба да размишљају у погледу различитих нивоа апстраховања и да се крећу између ових нивоа током процеса развоја софтвера. Међутим, апстраховање није тривијалан когнитиван процес и учење о апстракцији представља комплексан изазов (Hazzan)²⁰. Стога, апстракција код студента подразумева сагледавање проблема на један нови начин. Студенти не могу спонтано да стекну дубоко разумевање о апстракцији, већ морају да науче овај концепт. Из тог разлога се препоручује увођење учења о концепту апстракције веома рано у наставу. Такође се препоручује експлицитна настава о апстракцији у којој би наставници указивали где и како се користи апстракција, односно где и зашто се раздвајају нивои апстракције и истицали предности коришћења апстракције (Koppelman)²¹. Неки софтверски инжењери су у стању да произведу јасан, елегантан пројекат и програме, док други не могу што се може приписати њиховим вештинама апстраховања. Користећи сазнања о когнитивном развоју, ми ћемо истражити факторе који утичу на способност код студената за стицање вештина апстракције (Kramer 2007).

Уопштено говорећи, учење *Java веб* оквира захтева разумевање и схватање много елемената и односа. Како би се код студената који уче нове информације повећала меморија, прихваћено је становиште да је најбољи начин да оне буду елабориране у наставном материјалу (Merriënboer, 1997).

¹⁹ Devlin, K. (2003). Why universities require computer science students to take math, *Comm of ACM* 46, 9, 37–39.

²⁰ Hazzan, O. & Tomayko E. J. (2005). *Reflection and Abstraction in Learning Software Engineering's Human Aspects*. Published by the IEEE Computer Society.

²¹ Koppelman, H. Dijk, B. (2010). Teaching Abstraction in Introductory Courses *Proceeding ITiCSE '10 Proceedings of the fifteenth annual conference on Innovation and technology in computer science education*, ACM New York, NY, USA ©2010.

Циљ истраживања

Циљ ове тезе је да се развије наставни модел за учење *Јава веб* оквира који се заснива на теорији шема а који ће омогућити студентима делотворније учење *Јава веб* оквира и стицање вештина апстракције. На основу извршене анализе постојећих, ми ћемо изабрати три популарна *Јава веб* оквира *Струтс*, *Спринг МВЦ* и *ЈСФ*. На основу њихове архитектуре, *веб МВЦ* узора пројектовања и својстава *валидације*, *навигације*, *типа конверзије* и *интернационализације* дефинисаћемо интегрални метамодел *Јава веб* оквира.

Такође, циљ је да се употребом интегралног метамодела *Јава веб* оквира, као подрживом информацијом, омогући студентима да кроз процес генерализације индукују једну више апстрактну когнитивну шему са уопштеним знањима о *Јава веб* оквирима. На тај начин, овако индукована когнитивна шема, заснована на интегралном метамоделу, касније ће у наставном процесу бити проширена шемама о конкретним, појединачним *Јава веб* оквирима, кроз процес елаборације. Овако развијена когнитивна шема о *Јава веб* оквирима би требало да омогући студентима у будућности знатно брже учење нових *Јава веб* оквира и стицање вештина апстракције које су од кључног значаја у софтверском инжењерству.

У циљу што делотворнијег наставног процеса, биће развијено окружење за учење у форми интерактивног софтверског система. Овакав алат студентима ће омогућити увид у интегрални метамодел и моделе за својства *Јава веб* оквира на различитим нивоима апстракције, што ће олакшати бољу индукцију когнитивне шеме, али и развој вештина апстракција код студената.

Крајњи циљ овог рада је да се представи наставни модел који ће код студената на основу примене теорије шема, интегралног метамодела и на њему заснованог окружења омогућити индукцију апстрактније когнитивне шеме о *Јава веб* оквирима као и стицање вештина апстракције. Са овако пројектованим наставним моделом студентима ће се омогућити да развију когнитивне способности за ефикасније учење нових *Јава веб* оквира.

Као доказ успешности овог истраживања биће спроведен експеримент који ће подразумевати учешће две групе студената са основних студија, смера информациони системи, Факултета организационих наука. У првој групи би се одржавала редовна настава док би се у другој групи одржавала настава која је проширена, односно у којој је примењиван интегрални метамодел *Јава веб* оквира тј. модел наставе у којој је примењивана теорија шема. Након завршене наставе, обе групе би учествовале у целодневном експерименту у којем су морале да пројектују *веб* апликацију на основу описаних случаја коришћења.

Осврт на релевантне библиографске изворе и остварене резултате (цитирати) који су у вези са предметом истраживања

У претходним поглављима изложене су библиографске јединице везане за појединачне сегменте овог истраживања, а у наставку ће бити приказани извори и тренутно актуелни пројекти и приступи који се односе на предмет истраживања.

Неколико повезаних истраживања као што су: „Architectural models of J2EE Web tier frameworks (Westkamper, T. 2004)“ и „Art of Java Web development, (Ford, N. 2004)“, „Comparasion of Four Popular Java Web Framework Implementations: Struts 1.X, WebWork 2.2X, Tapestry 4, JSF 1.2. (Wang, P. 2008)“ су само помогла да се боље разуме развој Јава веб оквира и дала су листу веб својстава које ови оквири обезбеђују („Navigation“, „Form Validation“, „Error handling“, „Internationalization“ и „Security (Authentication and Authorization)“). На основу добијених резултата из ових истраживања дате су препоруке које олакшавају избор Јава веб оквира. У својим конференцијским презентацијама „Comparing Java web frameworks“ (Matt Raible 2011, 2012), експерт за јава open source технологије, је истакао 20 различитих својства везаних за Јава веб оквири, с тим што је мерење ограничено на концептуалну дискусију која је усмерена на избор одговарајућег веб оквира.

Међутим ни једно од ових истраживања није било довољно усмерено на разматрање потребног времена и напора за учење Јава веб оквира са аспекта актуелних теорија учења.

3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

На основу дефинисаних циљева истраживања, дефинисане су следеће хипотезе истраживања:

- Студенти ће на основу конструисања когнитивне шеме о генералним принципима функционисања Јава веб оквира брже учити и стећи вештине пројектовања са новим Јава веб оквирима, ако им се у наставном моделу прво представи приступ са интегралним метамоделом Јава веб оквира, пре него да уче појединачно конкретни Јава веб оквир.
- Обука студента коришћењем интегралног метамодела Јава веб оквира повећава њихове вештине апстракције.
- Графичко, интерактивно и едукативно софтверско окружење које се заснива на интегралном метамоделу олакшава студентима развој когнитивне шеме о Јава веб оквирима и стицање вештина апстракције.
- Предзнање има највећи утицај за стицање способности код студената за учење нових Јава веб оквира.

4. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Истраживање ће бити реализовано посебним научним методама и то:

- аналитичко-синтетичком методом – у делу разматрања постојећих техника за учење и утврђивању постојања веза између модела, метамодела и интегралног метамодела за разматрања својства,

- метода апстракције и конкретизације – у делу који се бави трансформацијом кода у моделе за разматрана својства Јава веб оквира, затим трансформацијом тих модела у метамоделе за разматрана својства и на крају трансформацијом метамодела у интегрални метамодел Јава веб оквира.

Од општих научних метода биће примењене метода моделовања у делу који се бави уочавањем својстава *Јава веб* оквира.

За доказивање успешности приступа развоју који ће бити изложен у овом раду биће спроведен експеримент на начин да се једној групи студената у наставном процесу примењује модел учења који се заснива на теорији шема, док би се у другој наставној групи настава одвијала нормално. У оквиру ових експеримената пројектовања, статистички ћемо обрадити податке како би утврдили да ли постоји значајна разлика између групе у чијем је наставном процесу био укључен интегрални метамодел *Јава веб* оквира и групе где се настава одвијала нормално. За мерење ефикасности у учењу *Јава веб* оквира, усвојили би технички извештај који би требао да прикаже њихове вештине програмирања и вештина апстракције. Елементе овог извештаја би чинило време пројектовања, као перспектива која се користи да би оценили њихову ефикасност у учењу и квалитет пројектовања, као перспектива која се користи да би оценили њихове вештине апстракције. Оцењивање квалитета израђених пројеката би вршило независно пет искусних наставника на основу јасноће и елеганције у коду. На основу ових оцена би била израчуната просечна оцена за сваког студента.

Метода студија случаја, као техника за прикупљање података, биће коришћена како би се на реалном примеру показала успешност као и приказао процес развоја предложеним приступом.

5. ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

- Анализа различитих спецификација које се користе за развој веб апликација у *Јави*.
- Преглед и анализа важних својстава *Јава веб* оквира.
- Приказ модела за свако реализовано својство *Јава веб* оквира.
- Приказ заједничких својстава за све моделе по сваком својству и формирање метамодела за свако својство *Јава веб* оквира.
- Израда интегралног метамодела *Јава веб* оквира.
- Преглед постојећих теорија за учење.
- Израда графичког, интерактивног и едукативног софтверског окружења које ће олакшати студентима стицање когнитивне шеме о Јава веб оквирима а које се заснива на интегралном метамоделу Јава веб оквира.
- Дефинисање модела за учење нових Јава веб оквира заснованог на теорији шема.
- Побољшање криве учења код нових Јава веб оквира коришћењем резултата овог истраживања.

6. ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

1. Увод
2. Методологија
3. Значај проблематике рада и постојећи приступи који се баве сличним проблемом
4. Образовни приступи у софтверском инжењерству
5. Анализа различитих спецификација које се користе за развој веб апликација у јави
 - 5.1 *Java web* архитектура
 - 5.2 *Java servlet* спецификација
 - 5.3 *Java server pages (jsp)* спецификација
 - 5.4 *Java beans* компоненте
 - 5.5 *Enterprise Java beans* спецификација
6. Узори (патерни)
7. *JSP* модел 1 архитектура
8. *JSP* модел 2 архитектура
9. Преглед архитектуре *Струтс*, *Спринг MVC* и *JSF* Јава веб оквира
10. *Јава веб* оквири
 - 10.1 *Струтс* оквир
 - 10.2 *Спринг МВЦ* оквир
 - 10.3 *Java server faces* оквир (*JSF*)
11. Концептуално моделовање
12. Анализа својстава и уочавање модела за свако својство
13. Уочавање метамодела за својства (валидација, навигација, тип конверзије и интернационализација)
14. Уочавање интегралног метамодела јава веб оквира
15. Теорије учења
 - 15.1 Бихевиоризам
 - 15.2 Конструктивизам
 - 15.3 Когнитивизам
 - 15.4 Теорија шема
16. Образовни приступи у софтверском инжењерству и теорије учења
17. Наставни модел за учење Јава веб оквира
18. Испитивање предности коришћења наставног модела заснованог на интегралном метамоделу јава веб оквира
 - 17.1 Експеримент
 - 17.2 Резултати испитивања
19. Закључак

7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Предложена тема докторске дисертације, под називом „**Индукција и елаборација когнитивне шеме за учење Јава веб оквира употребом интегралног метамодела у настави**”, по предмету истраживања, циљевима и методологији истраживања, има

научну заснованост и одговара нивоу докторске дисертације. Предложена истраживања су значајна са теоријског и практичног становишта.

Кандидат мр Горан Секулић испуњава услове за подношење пријаве и израду ове докторске дисертације.

На основу изнетог, комисија предлаже Научно-наставном већу Факултета организационих наука да се кандидату мр Горану Секулићу одобри израда докторске дисертације под називом „**Индукција и елаборација когнитивне шеме за учење Java web оквира употребом интегралног метамодела у настави** ” и да се за ментора именује др Владан Девеџић, редован професор.

8. ПОТПИСНИЦИ ИЗВЕШТАЈА

Београд, _____

др Владан Девеџић, редовни проф.,
Факултет организационих наука,
Универзитет у Београду

др Гордана Милосављевић, редовни проф.,
Факултет организационих наука,
Универзитет у Београду

др Синиша Влајић, доцент,
Факултет организационих наука,
Универзитет у Београду

др Саша Лазаревић, доцент,
Факултет организационих наука,
Универзитет у Београду

др Драган Бојић, доцент,
Електротехнички факултет,
Универзитет у Београду