

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ		
1. Датум и орган који је именовао комисију: Наставно-научно веће Природно-математичког факултета у Новом Саду, 18.11.2021.		
2. Састав комисије у складу са <i>Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду</i> :		
1. Милош Рацковић	Ред. проф.	Рачунарске науке, 2.3.2006.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Природно-математички факултет, Нови Сад		Председник
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
2. Александар Такачи	Ред. проф.	Рачунарске науке, 1.6.2016.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Технолошки факултет, Нови Сад		Члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
3. Wiphada Wettayaprasit	Доцент	Рачунарске науке
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Prince of Songkla University, Thailand		члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
4. Срђан Шкрбић	Ред. проф.	Информациони системи, 15.10.2019.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Природно-математички факултет, Нови Сад		ментор
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ		
1. Име, име једног родитеља, презиме: Pannira, Ponine, Sae-Ueng		
2. Датум рођења, општина, држава: 22.1.1975, Songkhla, Thailand		
3. Назив факултета, назив претходно завршеног нивоа студија и стечени стручни/академски назив: Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Master of Science (Computer Science)		
4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: 2011. Докторске академске студије – Информатика		
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:		
Development of XQuery Interpreter Extensions Based on Fuzzy Logic with Priorities Развој проширења XQuery интерпретера базираног на фази логици са приоритетима		

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Број страница: 120

Поглавља: 6

Референце: 44

Табеле: 19

Слике: 47

Прилози: 2

Ова докторска дисертација је посвећена истраживању различитих могућности примене фази логике и теорије фази скупова на проширење XML база података и XML упитних језика, као и имплементацији одговарајућих софтверских решења. Описано је проширење XQuery упитног језика, названо Fuzzy XQuery. Екстензије омогућавају корисницима да дефинишу приоритет, праг и фази изразе у својим упитима. Корисници такође могу унапред дефинисати лингвистичке лабеле, које је касније могуће користити у упитима. Уведен је алгоритам за израчунавање степена глобалног задовољења ограничења коришћењем Generalized Prioritized Fuzzy Constraint Satisfaction Problem-а (GPFCSF). Имплементиран је Fuzzy XQuery Интерпретер (FXI који омогућава извршавање XQuery упита проширених конструкцијама фази логике, заснован на технологијама отвореног кода и изворној (native) XML бази података која је такође отвореног кода. Поред тога, имплементирани су иновативне методе за израчунавање компатибилности фази скупова и напредан поредак над фази скуповима, са значајним побољшањима у поређењу са познатим претходним имплементацијама.

Докторска дисертација је подељена на шест поглавља.

Прво поглавље садржи уводни приказ проблема, као и мотивацију и опис резултата и структуре тезе.

Друго поглавље садржи анализу сродних истраживања, преглед главних приступа у области представљања фази података у XML документима и проширења XML упитних језика елементима фази логике и теорије фази скупова. Поглавље садржи веома дубок приказ познатих истраживања у овој области и само по себи представља вредан допринос.

Теоријска основа и опис развојног окружења дати су у трећем поглављу. У овом поглављу су представљени основни теоријски концепти коришћене у овој тези. Уведене су основе теорије фази скупова, а потом је стављен фокус на концепт GPFCSF, компатибилност фази скупова и поредак над фази скуповима. Затим су објашњени концепти XML-а и XML база података, укључујући презентацију eXist-db native XML базе података која се користи у овој тези. На крају, представљене су технологије које су коришћене у имплементацији – ANTLR (Another Tool for Language Recognition), Spring Boot и RESTful веб сервиси.

Четврто поглавље описује детаље имплементације представљене кроз пет секција. Поглавље почиње описом EBNF граматике Fuzzy XQuery језика. Затим су размотрене различите могућности које се нуде за представљање фази података. Након тога је дат дијаграм случајева коришћења FXI система. Најзахтевнији део поглавља, опис алгоритма који се користи за израчунавање степена припадности XML елемената скупу резултата упита – дат је у четвртм делу. Поглавље се завршава описом графичког интерфејса и илустрацијом употребе.

Пето поглавље представља детаљно тестирање система које је спроведено коришћењем скупа података из стварне базе података добијеног љубазношћу Prince of Songkla University, Тајланд. Систем је тестиран како на коректност процесирања упита, тако и на перформансе.

Поглавље 6 даје резиме рада представљеног у овој тези.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Дисертација је добро структурирана и има добар метод излагања.

Дисертација се може поделити и вредновати на основу приказаних истраживачких задатака. Први истраживачки задатак односи се на избор теоријских концепата који су примењени како би се упитни језик XQuery проширио фази концептима и како би се проширио модел за складиштење фази података. Претходни радови на ову тему су свакако коришћени у овом делу, али су укључене и неке нове идеје. Поред фази упита са приоритетима заснованим на GPFCS-у (Generalized Prioritized Fuzzy Constraint Satisfaction Problem), имплементирана је и могућност коришћења поретка међу фази вредностима. Такође, конструисан је нови метод за израчунавање степена компатибилности између фази скупова.

Други задатак се односи на развој метода за имплементацију проширења функционалности XML базе података отвореног кода у смислу проширења модела складиштења података и у смислу имплементације пред интерпретера за XQuery језик проширен описаним фази конструкцијама. Наиме, интерпретер за Fuzzy XQuery језик дефинисан у овој дисертацији је имплементиран као пред интерпретер који претвара фази XQuery упите у обичан XQuery и извршава их користећи интерну имплементацију XQuery језика саме базе података. Затим, након што се добију резултати из базе података, њих преузима пред интерпретер који интерпретира резултате у фази домену и на крају враћа скуп резултата упита кориснику.

Тестирање исправности и тестирање перформанси биле су две врсте евалуације експерименталних резултата које су спроведене. Циљ тестирања исправности је био да се покаже да Fuzzy XQuery интерпретер израчунава тачне глобалне степене задовољења ограничења за различите типове конструкција упита и доступне податке. Експерименти су спроведени на 22.400 случајева, од којих су сви били успешни. Време извршавања упита је варијало у зависности од броја фази конструкција у упиту и података коришћених током тестирања перформанси. Изведена су два експеримента. Прво су покренути упити над 5.000 елемената коришћеног скупа података, где су у упитима употребљене једна или две фази променљиве. У другом експерименту су коришћени исти подаци, али је осетљивост на величину фази података мерено варирањем фази вредности. Резултати експеримента су открили да врста вредности (фази или не-фази) нема значајног утицаја на време израчунавања одговора.

Вреди напоменути да је друго поглавље рада један од најсвеобухватнијих прегледа радова из ове области, што су приметили и истакли рецензенти главне публикације на коју се ова дисертација ослања – рада у часопису Journal of Intelligent and Fuzzy Systems.

Закључујемо да је кандидаткиња на добар и систематичан начин представила постојеће приступе у овој истраживачкој области и да је својим резултатима приказаним у овој дисертацији дала оригиналан допринос у области рачунарства. Тиме је циљ ове докторске дисертације у потпуности остварен.

Према правилима Универзитета, текст дисертације је тестиран на плагијаризам коришћењем софтвера iThenticate. Софтвер је пријавио укупан индекс сличности од 50%. Готово читаво преклапање се односи на радове саме кандидаткиње, посебно на главни рад у часопису који се односи на тему ове дисертације и завршни извештај пројекта финансираног од стране Prince of Songkla University који је помогао у финансирању представљеног истраживања:

1. Sae-Ueng, Pannipa and Skrbic, Srdjan. 'Priority Fuzzy Database Management System Implementation Based on Extensions to the XQuery Language'. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 1 Jan. 2020 : 4107 – 4118.
2. A Fuzzy XML Database System – the final report:
<https://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2016/11260/1/413290.pdf>

Ово је и очекивано, будући да се ради о радовима у којима су делимично приказани резултати дисертације и које је највећим делом написала кандидаткиња.

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

- 1) P. Sae-Ueng and S. Škrbić, Priority Fuzzy Database Management System Implementation Based on Extensions to the XQuery Language, Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 2020,

vol. 38, no. 4, pp. 4107-4118.

- 2) Sae Ueng, P., Škrbić, S., Kansomkeat, S., Thadadech, A. A GPFCS-Based Fuzzy XQuery Interpreter. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, 2017, 9(2-2), 35-40.
- 3) Sukpisit, S., Kansomkeat, S., Sae Ueng, P., Thadadech, A., Škrbić, S. Polygon intersection based algorithm for fuzzy set compatibility calculations. *International Journal of Machine Learning and Computing*, 2016, 6(1), 32-35.
- 4) Kansomkeat, S., Sukpisit, S., Thadadech, A., Sae Ueng, P., Škrbić, S., Fuzzy ordering implementation applied in fuzzy XQuery, in: *Proceedings of the 5th International Conference on Information Society and Technology (ICIST 2015)*, Kopaonik, Serbia, March 8-11 2015, pp. 477-482.
- 5) Sae Ueng, P., Škrbić, S. and Wettayaprasit, W., Implementing an Interpreter for Fuzzy XQuery Language. *Proceedings of the 6th PSU-UNS International Conference on Engineering and Technology (ICET-2013)*, Novi Sad, Serbia, May 15-17, 2013, 1-4.
- 6) Sae Ueng, P., Škrbić, S. Implementing XQuery fuzzy extensions using a native XML database. *Proceedings of the 13th IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics*. Budapest, Hungary, 20-22 November, 2012, 305-309. <https://doi.org/10.1109/CINTI.2012.6496780>.
- 7) Škrbić, S., Wettayaprasit, W., Saeueng, P. A priority fuzzy logic extension of the XQuery language. *Proceedings of the International Conference on Numerical Analysis and Applied Mathematics: Vol.1389*. Rhodes, Greece, 22- 28 September, 2011, 821-824. <https://doi.org/10.1063/1.3636859>.
- 8) Sae Ueng, P., Škrbic, S., Wettayaprasit, W., Towards the Fuzzification of XQuery Language, *Proceedings of the 5th PSU-UNS International Conference on Engineering and Technology (ICET-2011)*, Phuket, May 2-3, 2011, 316-319.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА:

Ова теза представља нове начине употребе фази логике и теорије фази скупова за проширење стандардних могућности упитног језика уводећи опције за задавање фази израза, приоритета, прага задовољења и употребу фази поретка. Израз у коме фигурише приоритет служи за задавање нивоа релевантности ограничења које је њиме представљено за скуп резултата упита. Задавање прага задовољења ограничења се, са друге стране, користе за искључивање појединих записа из скупа резултата упита – оних чији је степен припадности мањи од дефинисаног прага. Фази екстензије за XML базе података дозвољавају употребу фази вредности и унапред дефинисаних лингвистичких лабела које се могу користити касније у упитима. Један од примарних доприноса је опис алгоритма који користи концепт генерализованог приоритетног проблема задовољења фази ограничења (GPFCSPP) за одређивање степена задовољења глобалних ограничења за појединачне записе у скупу резултата упита. Фази екстензије укључују и употребу поретка међу фази вредностима коришћењем поретка који је увео Боденхофер. Колико нам је познато, ово је прва имплементација интерпретера за фази XML упитни језик која подржава било какву врсту фази поретка. Увођење фази вредности у XQuery упите поставља питање имплементације поређења фази вредности, израчунавања компатибилности и комбиновања задовољења појединачних услова са глобалним степеном задовољења ограничења. Представљена је имплементација софтверског производа, названог Fuzzy XQuery Интерпретер (FXI), који интегрише решења за наведене изазове. То је веб-базирани интерпретер који обрађује фази XQuery упите са фази екстензијама дефинисаним у оквиру тезе, заснован на технологијама отвореног кода и изворном (native) XML базом података.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА:

Приказ свих резултата истраживања је ваљано организован по логичким целинама, а формулација резултата је прецизна и илустрована примерима. Тумачење добијених резултата је коректно изведено, уз њихову детаљну анализу.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

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

Дисертација је у потпуности написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?

Дисертација садржи све битне елементе. Дат је опширан увод у концепте и теорију који служе као полазна основа за резултате добијене у каснијим поглављима. Изложени су сви битни познати резултати на које се дисертација ослања. Обиман списак библиографских референци садржи релевантне радове и сведочи о добром познавању области. Дисертација је прегледна и добро организована.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?

Најважнији допринос ове тезе односи се на развој и имплементацију неколико различитих метода за коришћење фази логике и теорије фази скупова за проширење XML база података и XML упитних језика са додатним могућностима које омогућавају складиштење и обраду нејасних информација. Постоји неколико начина да се подрже елементи фази логике и теорије фази скупова у језику XQuery. Представљени систем се ослања на претходне резултате који се односе на израчунавање фази степена задовољења заснованог на концепту GPFCSPP примењеног на релационе базе података и SQL, као и на XML базе података и XQuery. Иако се резултати ослањају на ове претходно развијене методе, домен примене подразумева рад са битно другачијим структурама и методе којима се приступило проблему су другачије него у ранијим приступима. У овом случају је представљена потпуно нова имплементација која се не ослања на екстерне комерцијалне производе за евалуацију, прорачун и складиштење података. Уместо тога, користи се само Java и native XML база података отвореног кода – exist-db. Све остало је имплементирано од нуле, а код је отворен. Систем укључује и имплементацију механизма за фази поредак засновану на Боденхоферовом поретку, омогућавајући употребу релационих оператора у фази упитима. Ово је прва таква имплементација према нашим сазнањима. Такође, теза укључује иновативни механизам који се користи за израчунавање степена компатибилности између две фази вредности. Овај метод је детаљно описан у раду и имплементиран од нуле. Сви аспекти имплементације су тестирани да би се проверила исправност и перформансе користећи реалан скуп података.

4. Који су недостаци дисертације и какав је њихов утицај на резултат истраживања?

Дисертација нема недостатака.

X ПРЕДЛОГ:
На основу наведеног, комисија предлаже:
<input checked="" type="checkbox"/> а) да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана; <input type="checkbox"/> б) да се докторска дисертација врати кандидату на дораду (да се допуни односно измени); <input type="checkbox"/> в) да се докторска дисертација одбије.

Место и датум:
Нови Сад, 18.1.2022.

1. др Милош Рацковић, ред. проф.
_____, председник

2. др Александар Такачи, ред. проф.
_____, члан

3. др Wiphada Wettayaprasit, доцент
_____, члан

4. др Срђан Шкрбић, ред. проф.
_____, ментор