

Институт за математика
и информатика

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

ПРИМЉЕНО; 12.10.2015.			
Орг. јед.	Број	ПРИЛОГ	ВРЕДНОСТ
05	940/17	-	-

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

СТРУЧНОМ ВЕЋУ ЗА ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКЕ НАУКЕ
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

ИЗВЕШТАЈ КОМИСИЈЕ О ОЦЕНИ УРАЂЕНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

На седници Наставно-научног већа Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу одржаној 26. 08. 2015. године, одлуком број 740/XV-1, а на предлог Института за математику и информатику Факултета, одређени смо у Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације под насловом

„Еластично резервисање дистрибуираних рачунарских ресурса у процесима вишекритеријумске оптимизације засноване на генетским алгоритмима“

Кандидата **Вишње Симић**, дипломираног математичара-информатичара, асистента Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу.

На основу приложене документације, као и личног увида у рад кандидата, подносимо Наставно-научном већу следећи

ИЗВЕШТАЈ

Докторска дисертација **„Еластично резервисање дистрибуираних рачунарских ресурса у процесима вишекритеријумске оптимизације засноване на генетским алгоритмима“** написана је на 165 страна и садржи следеће делове:

- 1) Сажетак у коме је дат кратак приказ читаве докторске дисертације
- 2) Сажетак (*Summary*) докторске дисертације на енглеском језику
- 3) Садржај
- 4) Списак слика
- 5) Списак табела
- 6) Листа скраћеница
- 7) Увод
- 8) Главу под насловом „Теоријске основе вишекритеријумске оптимизације“
- 9) Главу под насловом „Паралелизација генетских алгоритама“
- 10) Главу под насловом „Преглед литературе“

- 11) Главу под насловом „Опис развијених софтверских оквира за паралелну вишекритеријумску оптимизацију засновану на генетским алгоритмима“
 - 12) Главу под насловом „Анализа перформанси развијених софтверских оквира за дистрибуирану евалуацију јединки“
 - 13) Главу под насловом „Перформансе WoBinGO софтверског оквира“
 - 14) Главу под насловом „Анализа ефикасности еластичног коришћења инфраструктуре WoBinGO софтверског оквира. Студија случаја калибрације модела процуривања на хидроелектрани Вишеград“
 - 15) Закључна разматрања
 - 16) Додатак под насловом „NSGA-II алгоритам“
 - 17) Библиографију
 - 18) Биографију кандидата
 - 19) Прве стране научних радова у којима су објављени резултати из дисертације
- Дисертација садржи 61 слику, 5 табела и 127 библиографских јединица.

Преглед садржаја урађене дисертације

У уводу је изложена мотивација за израду дисертације, циљеви којима се тежило током њене израде, као и полазне хипотезе. Као циљ дисертације, кандидат је поставио развој софтверског оквира за паралелно извршавање вишекритеријумске оптимизације засноване на генетским алгоритмима над дистрибуираним рачунарским ресурсима, који укључују кластере високих перформанси и Грид. Кључна особина овог софтверског оквира је да еластичним приступом ресурсима, са временски ограниченим резервисањем, омогући осталим корисницима тих ресурса бржи приступ. Кандидат је у уводу поставио и следеће хипотезе:

1. Еластичном резервацијом дистрибуираних ресурса и ограниченим трајањем резервације, софтверски оквир остварује јединствен однос према осталим корисницима ресурса, обезбеђујући им несметан приступ дистрибуираним ресурсима, без обзира на дуготрајност процеса оптимизације. Еластичност у резервацији ресурса не утиче на перформансе софтверског оквира, што овакав приступ дистрибуираним ресурсима чини бољим избором од већ постојећег статичког приступа.
2. Паралелизацијом генетских алгоритама за вишекритеријумску оптимизацију у области хидроинформатике знатно се убрзава одређивање више Парето оптималних решења истовремено, што доносиоцима одлука пружа могућност да одаберу оно решење које је у датој ситуацији најбоље.

На крају увода је дат преглед садржаја дисертације.

Прва глава даје основне дефиниције из области вишекритеријумске оптимизације и преглед метахеуристичких метода које се користе у решавању оптимизационих проблема. Изнете су и предности метахеуристичких над класичним методама за решавање проблема вишекритеријумске оптимизације. Даље се детаљније говори о генетским алгоритмима као најчешће заступљеној метахеуристичкој методи

оптимизације. Овде је дат и преглед техника које се у генетским алгоритмима користе са циљем да се претрага решења усмери ка Парето-оптималном скупу и спречи превремена конвергенција. На крају главе, кандидат нас упознаје са проблемима из области хидроинформатике чије се решавање своди на решавање проблема вишекритеријумске оптимизације применон генетских алгоритама.

У другој глави је дат преглед типова паралелизације генетских алгоритама и паралелних и дистрибуираних архитектура на којима се паралелни генетски алгоритми могу имплементирати.

У трећој глави кандидат је извршио свеобухватан и детаљан преглед актуелне литературе из више области релевантних за реализацију циљева ове дисертације. Обрађена је литература о развијеним софтверским оквирима за вишекритеријумску оптимизацију засновану на генетским алгоритмима, затим о системима заснованим на пилот пословима, као и литература везана за примену генетских алгоритама за вишекритеријумску оптимизацију у хидроинформатици.

Четврта глава пружа детаљан опис карактеристика, архитектура и начина функционисања софтверских оквира који су развијени у настојању да се остваре наведени циљеви дисертације. Развијена су четири софтверска оквира који омогућавају решавање оптимизационих проблема коришћењем паралелних генетских алгоритама над дистрибуираним рачунарским ресурсима. Оквири су развијани градацијски, тако да је сваки наредни развијени оквир отклањао мане претходно развијених оквира. Међу развијеним софтверским оквирима посебно се истиче WoBinGO оквир, који представља комплетно решење за паралелизовану оптимизацију засновану на генетским алгоритмима уз еластично и економично коришћење Грид ресурса.

У петој глави дисертације је приказана анализа перформанси развијених софтверских оквира. Изложени су резултати емпиријске студије чији су циљеви били одређивање убрзања процеса оптимизације, које се остварује коришћењем развијених софтверских оквира као и комуникацијских трошкова који настају као последица начина рада ових оквира. На основу резултата спроведених експеримената извршено је међусобно упоређивање перформанси свих оквира. Посебан део пете главе је студија случаја управљања бранама у систему Ибарских каскадних хидроелектрана. Студија је изведена са циљем да се оцени утицај обимних операција писања на и читања са чврстог диска, које карактеришу евалуацију јединки код овог реалног оптимизационог проблема, на перформансе софтверских оквира. У последњем делу главе дате су смернице за оптималан избор једног од представљених оквира у складу са карактеристикама оптимизационог проблема у чијем би решавању оквир био коришћен.

У шестој глави су представљени резултати емпиријске студије за одређивање перформанси WoBinGO софтверског оквира. Студија је извршена са циљем да се одреди убрзање које се добија коришћењем WoBinGO-а, али и пратећи

комуникацијски трошкови. Додатно, циљ студије је био да се изврши процена користи, коју остали корисници Грида имају захваљујући карактеристици WoBinGO оквира да ограничи трајање својих послова. Добијени резултати су потврдили прву хипотезу дисертације, јер доказују да се еластичном резервацијом дистрибуираних ресурса и ограниченим трајањем резервације може осталим корисницима обезбедити несметан приступ дистрибуираним ресурсима, а да се то при томе не нарушавају перформансе софтверског оквира.

Седма глава приказује студију случаја калибрације модела процуривања на хидроелектрани Вишеград. На основу резултата експеримената спроведених у оквиру студије анализирају се перформансе које WoBinGO испољава при решавању реалног проблема са нагласком на његову еластичност у заузимању рачунарских ресурса. Приказани резултати показују да се употребом паралелних ГА за решавање конкретног проблема вишекритеријумске оптимизације у области хидроинформатике знатно убрзава одређивање оптималних решења, и на тај начин потврђују другу хипотезу овог рада.

Након описаних поглавља дат је закључак којим се сумирају резултати до којих се дошло у дисертацији. Такође су дате и могуће смернице за даља истраживања, и то у два конкретна правца. Први би подразумевао прилагођавање WoBinGO софтверског оквира за дистрибуирану евалуацију јединки у Облаку. Други правац развоја би значео формирање додатног модула овог оквира за потребе визуелизације компромисних решења са Парето фронта у случајевима када простор циљних функција има више од три димензије, и то коришћењем самоорганизујућих мапа.

На крају дисертације је и додатак у коме је дат *NSGA-II* алгоритам за решавање проблема вишекритеријумске оптимизације и опис специфичних оператора који се користе у његовом раду.

1. Значај и допринос докторске дисертације са становишта актуелног стања у одређеној научној области

Вишекритеријумска оптимизација је саставни део решавања већине проблема у инжењерству и примењеној науци. Методе засноване на генетским алгоритмима успешно се користе у оптимизацији, али захтевају коришћење софтверских оквира којима се омогућава паралелно извршавање генетских алгоритама ради бржег проналажења оптималних решења. Паралелизација генетских алгоритама подразумева коришћење дистрибуираних рачунарских ресурса и поседовање знања неопходних за њихову употребу. Због свега наведеног веома је значајан развој алата који потпуно скривају сложеност дистрибуираних рачунарских ресурса и омогућавају паралелизацију вишекритеријумске оптимизације засноване на генетским алгоритмима над овим ресурсима. WoBinGO софтверски оквир који је приказан у дисертацији у потпуности испуњава ове захтеве. Новина коју ово решење доноси јесте аутоматско, еластично резервисање рачунарских ресурса, чиме се избегава дуготрајно чекање на ослобађање задовољавајућег броја одређених ресурса. Још једна значајна

одлика WoBinGO-a је његов јединствен однос према осталим корисницима ресурса. Ограниченим трајањем резервације ресурса WoBinGO другим корисницима ресурса пружа неупоредиво бржи приступ од осталих сличних решења која се срећу у литератури.

2. Оцена да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата у одговарајућој научној области

Имајући у виду актуелно стање у области паралелизоване вишекритеријумске оптимизације засноване на генетским алгоритмима, можемо констатовати да докторска дисертација кандидата Вишње Симић садржи оригиналне научне резултате који нису били предмет ниједног до сада објављеног истраживања.

3. Преглед остварених резултата кандидата у одређеној научној области

Кандидат Вишња Симић се бави научним радом у области паралелизоване вишекритеријумске оптимизације засноване на генетским алгоритмима и до сада има објављене следеће научне радове:

- M. Ivanovic, V. Simic, B. Stojanovic, A. Kaplarevic-Malisic, B. Marovic. Elastic grid resource provisioning with WoBinGO: A parallel framework for genetic algorithm based optimization. *Future Generation Computer Systems*, 42(0):44 – 54, 2015. ISSN: 0167-739X (M21)
- M. Ivanovic, A. Kaplarevic-Malisic, V. Simic, B. Stojanovic. Design and comparison of two web service based frameworks for parallel evaluation of the population in genetic algorithms. *Facta Universitatis, Series: Mathematics and Informatics*, 29(2):155–171, 2014. ISSN: 0352-9665 (M51)
- B. Stojanovic, V. Simic, M. Ivanovic, A. Kaplarevic-Malisic, A. Stanojevic, WCF Platform for Distributed Evaluation in Evolutionary Algorithms, *Proceedings of the 4th International Conference "Science and Higher Education in Function of Sustainable Development" SED 2011*, Uzice, Serbia, 7-8 October 2011, pp. 2:8-13, ISBN 978-86-83573-22-6 (M33)

4. Оцена о испуњености обима и квалитета у односу на пријављену тему

Приложена докторска дисертација у погледу обима и квалитета испуњава све захтеве који су постављени пријавом теме докторске дисертације. Циљеви докторске дисертације су у потпуности испуњени и добијени су очекивани резултати.

5. Научни резултати докторске дисертације

У дисертацији су приказана четири софтверска оквира за паралелизовану вишекритеријумску оптимизацију засновану на генетским алгоритмима који на различите начине дистрибуирају евалуацију јединки на одговарајуће рачунарске ресурсе. Тестирања су вршена са циљем да се оцене перформансе сваког од ових оквира. Поређењем добијених резултата, извршена је анализа примењивости датих оквира на оптимизационе проблеме у зависности од одређених карактеристика

проблема. Главни део дисертације посвећен је WoBinGO софтверском оквиру који потпуно аутоматизовано дистрибуира евалуације јединки на радне чворове рачунарског кластера или Грида, уз еластично резервисање ових ресурса. Низ експеримената је и детаљна анализа добијених резултата су извршени како би се проценио утицај еластичног резервисања ресурса на перформансе WoBinGO оквира, али и корист коју овакав приступ доноси осталим корисницима истих рачунарских ресурса. Потврђено је да еластичност у резервацији ресурса не утиче на перформансе софтверског оквира, што овакав приступ дистрибуираним ресурсима чини бољим избором од већ постојећег статичког приступа. Додатно, еластичном резервацијом дистрибуираних ресурса и ограниченим трајањем резервације, осталим корисницима ресурса се обезбеђује несметан приступ, без обзира на дуготрајност процеса оптимизације.

6. Применљивост и корисност резултата у теорији и пракси

Практична примена презентованих софтверских оквира за паралелизовану вишекритеријумску оптимизацију већ је успешно остварена у области хидроинформатике, што се може видети из студија случајева датих у дисертацији. Резултати добијени у овој дисертацији применљиви су и другим областима у којима постоји потреба за подршку одлучивању путем решавања проблема вишекритеријумске оптимизације, попут економије, затим области дизајна производа, планирања процеса производње и тако даље.

7. Начин презентовања резултата научној јавности

Део резултата из докторске дисертације је презентован научној јавности излагањем на научним семинарима Института за математику и информатику Природно-математичког факултета у Крагујевцу, затим на међународној конференцији:

- B. Stojanović, V. Simić, M. Ivanović, A. Kaplarević-Mališić, A. Stanojević, WCF Platform for Distributed Evaluation in Evolutionary Algorithms, 4th International Conference "Science and Higher Education in Function of Sustainable Development" SED 2011, Užice, Srbija, 7-8 oktobar 2011.

и публиковањем следећих радова у часописима:

- M. Ivanovic, V. Simic, B. Stojanovic, A. Kaplarevic-Malistic, B. Marovic. Elastic grid resource provisioning with WoBinGO: A parallel framework for genetic algorithm based optimization. *Future Generation Computer Systems*, 42(0):44 – 54, 2015. ISSN: 0167-739X (M21)
- M. Ivanovic, A. Kaplarevic-Malistic, V. Simic, B. Stojanovic. Design and comparison of two web service based frameworks for parallel evaluation of the population in genetic algorithms. *Facta Universitatis, Series: Mathematics and Informatics*, 29(2):155–171, 2014. ISSN: 0352-9665 (M51)

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Из изложених података Комисија закључује:

- кандидат Вишња Симић испуњава све суштинске и формалне захтеве који се траже од кандидата за одбрану докторске дисертације;
- урађена докторска дисертација је значајна и са теоријског и са практичног становишта и представља битан научни допринос у области рачунарства.

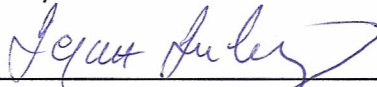
Комисија предлаже Наствно-научном већу Природно-математичког факултета у Крагујевцу и Стручном већу за природно-математичке науке Универзитета у Крагујевцу да позитивно оцени урађену докторску дисертацију кандидата Вишње Симић, под насловом „Еластично резервисање дистрибуираних рачунарских ресурса у процесима вишекритеријумске оптимизације засноване на генетским алгоритмима“ и одобри њену одбрану.

Крагујевац,
25.10.2015

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



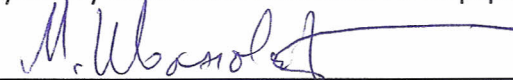
др Драгић Банковић, редовни професор
Државни универзитет у Новом Пазару
ужа научна област: Математика



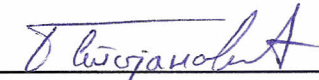
др Дејан Дивац, научни саветник
Институт за водoprивреду „Јарослав Черни“, Београд
ужа научна област: Грађевинарство



др Владимир Ранковић, ванредни професор
Економски факултет у Крагујевцу
ужа научна област: Статистика и информатика



др Милош Ивановић, доцент,
Природно-математички факултет у Крагујевцу
ужа научна област: Рачунарске комуникације



др Бобан Стојановић, ванредни професор (ментор)
Природно-математички факултет у Крагујевцу
ужа научна област: Програмирање