

Примљено: 15.10.2013.			
Орг. јед.	Број	Прилог	Вредност
01	3074		

**NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
PRIRODNO-MATEMATIČKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U NIŠU**

Odlukom Nastavno-naučnog veća Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu broj 890/101 od 25.09.2013. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu urađene doktorske disertacije kandidata **Muzafera Saračevića**, master profesora tehnike i informatike, pod naslovom

**”METODE ZA REŠAVANJE PROBLEMA TRIANGULACIJE POLIGONA
I NJIHOVA IMPLEMENTACIJA”**

Na osnovu uvida u doktorsku disertaciju, Nastavno-naučnom veću podnosimo sledeći

I Z V E Š T A J

A) Podaci o kandidatu

Muzafer Saračević je rođen 1984. godine u Novom Pazaru. Osnovnu školu i gimnaziju je završio u rodnom gradu, kao nosilac Vukovih diploma. Studije na Fakultetu za informatiku i informacione tehnologije Univerziteta u Novom Pazaru, upisao je 2003. godine na smeru za diplomirane inženjere informacionih tehnologija. Osnovne studije je završio 2007. godine kao student generacije, na nivou svih fakulteta Univerziteta u Novom Pazaru, sa prosečnom ocenom 9,88. Iste godine je angažovan kao saradnik u nastavi. Master studije je završio na Fakultetu tehničkih nauka Univerziteta u Kragujevcu, sa prosečnom ocenom 10, na studijskom programu: Tehnika i informatika.

Doktorske studije je upisao 2008. godine na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta u Nišu, na Departmanu za računarske nauke.

Od 2007. godine, kao saradnik u nastavi, izvodio je vežbe na Fakultetu za informatiku i informacione tehnologije u Novom Pazaru. Od 2009. godine, angažovan je kao asistent na Departmanu za tehničke nauke, studijski program Informatika, na predmetima: *Strukture podataka i algoritmi*, *Uvod u programiranje*, *Programski jezici*, *Objektno-orijentisano programiranje i Softversko inženjerstvo*.

Autor je preko 20 radova u međunarodnim i domaćim časopisima, od kojih su 3 u časopisima sa SCI/SCIE liste. Autor je jedne zbirke zadataka i jednog praktikuma.

* Objavljeni i prihvaćeni radovi u časopisima sa SCI/SCIE liste (samo radovi na kojima se bazira doktorska disertacija):

1. P.S. Stanimirović, P.V. Krtolica, **M. Saračević**, S. Mašović, *Decomposition of Catalan numbers and Convex Polygon Triangulations*, International Journal of Computer Mathematics (2013), DOI: 10.1080/00207160.2013.837894 (kategorija M23).
2. P.S. Stanimirović, P.V. Krtolica, **M. Saračević**, S. Mašović, *Block Method for Triangulation Convex Polygon*, ROMJIST - Journal of Information Science and Technology **15(4)** (2012), 344–354. (kategorija M23).
3. S. Mašović, **M. Saračević**, P.S. Stanimirović, *Alphanumeric notation for one Data Structure in Software Engineering*, Acta Polytechnica Hungarica: Journal of Applied Sciences (2013), accepted. (kategorija M23).

* Radovi koji su trenutno u procesu recenziranja (iz disertacije):

4. **M. Saračević**, P.S. Stanimirović, P.V. Krtolica, S. Mašović, *Ballot Notation for Convex Polygon Triangulation* (revision submitted in Infor. Process. Letters).
5. **M. Saračević**, P.S. Stanimirović, S. Mašović, *Forward, Reverse and Round-trip Engineering for Polygon Triangulation Algorithm* (submitted).

* Još neki odabrani i objavljeni radovi kandidata koji su iz oblasti disertacije:

6. **M. Saračević**, P.S. Stanimirović, S. Mašović, E. Biševac, *Implementation of the convex polygon triangulation algorithm*, Facta Universitatis: Series Mathematics and Informatics **27 (2)** (2012), 213–228.
7. **M. Saračević**, S. Mašović, Š. Plojović, *UML modeling for traveling salesman problem based on genetic algorithms*, Southeast European Journal of Soft Computing **1(2)** (2012), 72–79.
8. **M. Saračević**, S. Mašović, H. Kamberović, *Application of Java and UML tools for some matrices computations*, CDQM Journal: Communications in Dependability and Quality Management **15(3)** (2012), 21–31.
9. **M. Saračević**, S. Mašović, D. Milošević, *Proposal for applying the optimal triangulation method in 3D medical image processing: Software solution based on Java NetBeans environments*, Balkan Journal of Health Science **1(1)** (2013), 27–34.
10. **M. Saračević**, S. Mašović, *Advantages of ACID compliance in application development in Firebird databases*, International Journal of Strategic Management and Decision Support Systems **18(1)** (2013), 53–61.

B) Značaj, doprinos i rezultati doktorske disertacije

Triangulacija poligona je jedan od važnijih algoritama računarske geometrije. Primenjuje se u postupku dobijanja trodimenzionalnih prikaza objekata iz skupa tačaka. Jedan od problema u ovom postupku je brzina pronalaženja svih triangulacija poligona, jer se sa povećanjem broja temena poligona drastično povećava broj različitih triangulacija. Pored toga, sa aspekta skladištenja, potrebno je obezbediti jedinstven sistem zapisivanja triangulacija koji omogućava uštedu memorijskog prostora.

Ova doktorska disertacija daje nove algoritme i metode u rešavanju problema triangulacije poligona. Uvedeni algoritmi su implementirani primenom aktuelnih razvojnih okruženja i programskih jezika koji su danas najpoznatiji u svetu. Predmet istraživanja u ovoj disertaciji je analiza i testiranje metoda za rešavanje problema triangulacije poligona, sa aspekta njezove konstrukcije (generisanja u grafičkom obliku) i skladištenja (predstavljanja triangulacija u obliku podesnog zapisa odnosno određene notacije).

Tema disertacije je multidisciplinarna jer pripada oblasti računarske grafike, geometrije, programiranja i objektno-orijentisane analize i dizajna (OOAD) algoritama. Cilj je da se na osnovu teorijskih razmatranja novih metoda i njihove praktične primene ukaže na značajne mogućnosti unapređenja postojećeg stanja iz ove oblasti. Osim toga, primenom objektno-orijentisanog programiranja i modeliranja dobijena je efikasna implementacija uvedenih algoritama.

Disertacija se sastoji od šest poglavlja, u ukupnom obimu od 120 strana. Dajemo kratak pregled svakog od njih.

1. **Prvo poglavlje** sadrži osnovne podatke o metodološkom okviru istraživanja (problem, predmetu, ciljevima i tehnikama istraživanja). Zatim sledi osvrt na pojam Katalanovih brojeva i pojam triangulacije konveksnih poligona. Analiziran je jedan postojeći algoritam za konstrukciju triangulacija poligona (*Hurtado-Noy*), koji je poslužio za komparativnu analizu sa novim metodama koje predstavljaju rezultat ove disertacije.
2. U **drugom poglavlju** su navedene prednosti objektno-orijentisanog programiranja i modeliranja u implementaciji definisanih metoda. U implementaciji su primenjeni programski jezici *Java* i *UML*. Izučavane su mogućnosti programskog jezika *Java* u implementaciji algoritama računarske geometrije, kroz primenu postojećih biblioteka i programskih interfejsa (*Java 2D, 3D, Open GL, GeometryInfo, Triangulator*). Analizirani su postojeći *Java* paketi koji su korišćeni za implementaciju novih metoda za triangulaciju poligona. Razvijene *Java* aplikacije za implementaciju metoda karakteriše grafički korisnički interfejs (GUI), a to je postignuto korišćenjem *Java* klasa iz *AWT* i *Swing* paketa. Urađena je uporedna analiza različitih implementacija u programskim jezicima *Java, Python* i *C++* za *Hurtado-Noy* algoritam, gde su analizirane mogućnosti navedenih jezika u implementaciji ovog algoritma računarske geometrije.

Drugo poglavlje disertacije se bazira na radu [6].

3. **Treće poglavlje** sadrži nove metode za generisanje triangulacija konveksnog poligona. Prva tehnika generisanja triangulacija se bazira na dekompoziciji Katalanovog broja u obliku sume termova oblika $(2 + i)$, $i \geq 0$. Dobijeni izrazi dekompozicije predstavljaju ključ u postupku generisanja skupa triangulacija konveksnog n -ougla (označenog sa \mathcal{T}_n) na osnovu skupa \mathcal{T}_{n-1} . Na osnovu ove ideje uspostavljeno je težinsko stablo triangulacija.

Druga tehnika generisanja triangulacija je nazvana *blok metoda*. Ona se zasniva na odnosu broja triangulacija dva uzastopna poligona, koji je izražen kao $T_n = 2T_{n-1} + restR_n$. Generalna strategija primene ove metode je da se glavni problem razlaže na manje probleme koji su međusobno zavisni. Sa ciljem da se u toku generisanja triangulacija iz skupa \mathcal{T}_n izbegne ponovno generisanje prethodnih triangulacija iz skupa \mathcal{T}_{n-1} korišćena je rekurzija sa memoizacijom. Pod pojmom *memoizacija* podrazumeva se pamćenje prethodno generisanih vrednosti u memoriji računara. Time se izbegava višestruko izračunavanje istih međurezultata u procesu rekurzije. U disertaciji se memoizacija rezultata implementira pomoću baza podataka. U ovoj metodi je stavljen akcenat na mogućnosti rada sa bazama podataka u *Java NetBeans* okruženju (*JDBC*). Za obe nove metode urađena je komparativna analiza sa *Hurtado-Noy* algoritmom, gde je ukazano na prednosti novih predloženih metoda. Eksperimentalni rezultati za svaku od pomenutih metoda su dobijeni aplikacijama u programskom jeziku *Java*.

Objavljeni naučni radovi autora na kojima se bazira treće poglavlje su [1,2].

4. **Četvrto poglavlje** obrađuje triangulacije sa aspekta zapisivanja (pridruživanja odgovarajuće notacije triangulacijama) i njihovog skladištenja. Date su nove metode sa ciljem uštede memorijskog prostora. Napravljena je veza između problema triangulacije poligona i kombinatornih problema kao što su *ballot* problem i problem puteva u mreži (*lattice path*).

Prva tehnika zapisivanja je nazvana *ballot notacija*, i nju čine dva inverzna algoritma (iz *ballot* zapisa u grafički prikaz triangulacije i obrnuto). Navedena je mogućnost primene steka u obradi *ballot* zapisa, a sve u cilju dobijanja boljih rezultata kada su u pitanju dva važna kriterijuma: CPU vreme i memorijski zahtevi. Rezultati implementiranih metoda ukazuju na poboljšanje u konstrukciji i notaciji triangulacija u odnosu na postojeći *Hurtado-Noy* algoritam.

Druga metoda, predstavljena u ovom poglavlju, nazvana je *alfanumerička notacija (AN)*. Napravljena je komparativna analiza sa postojećom notacijom koja je bazirana na *uparenim zagradama (BP - balanced parentheses)*. Data su dva algoritma koja realizuju dve transformacije (iz BP zapisa u AN i obrnuto). Dobijeni eksperimentalni rezultati pokazuju znatnu uštedu memorije primenom AN metode u procesu skladištenja.

Naučni radovi autora na kojima se bazira četvrto poglavlje su [3,4].

5. **Peto poglavlje** se odnosi na objektno-orijentisanu analizu i dizajn algoritama za triangulaciju poligona. Problem triangulacije poligona je analiziran sa tri aspekta: pristupa

direktnog razvoja (*forward engineering*), sa aspekta povratne analize (*reverse engineering*) i sinhronizacije oba pristupa (*round-trip engineering*). Prvi pristup je realizovan *UML* tehnikom kroz statičke, dinamičke i fizičke modele. Date su mogućnosti generisanja *Java* izvornog koda na osnovu razvijenih *UML* modela. U drugom pristupu analize problema stavljen je akcenat na obrnuti (reverzni) inženjering koji se odnosi na tumačenje i vizuelizaciju izvornog koda primenom naprednih razvojnih okruženja (*Visual Paradigm for UML*, *NetBeansUML*). Treći pristup se odnosi na sinhronizaciju *Java* izvornog koda i *UML* modela.

Peto poglavlje se bazira na naučnim radovima [5,7,8].

6. U poslednjem poglavlju su data zaključna razmatranja i kratak pregled rezultata izloženih poglavlja, kao i budući pravci istraživanja.

Praktični deo ove disertacije se sastoji od osam aplikacija: šest u *Javi*, jedna u *Python*-u i jedna u *C++*-u. Razvijen je autorski set aplikacija za rešavanje problema triangulacija preko novih metoda za generisanje, zapisivanje i skladištenje.

Napredna razvojna okruženja koja se primenjuju (*Java NetBeans IDE*, *VP for UML*), predstavljaju aktuelne alate koji omogućavaju implementaciju novih metoda u cilju dobijanja njihovih eksperimentalnih rezultata. Pored toga, problem triangulacije je u ovoj disertaciji povezan sa modernom tehnologijom objektno-orijentisanog softverskog inženjerstva, na nivou na kome se ona u svetu primenjuje u poslednjih nekoliko godina.

Rezultati disertacije se mogu svrstati u tri kategorije. Prvu kategoriju čine novi metodi koji su predloženi za generisanje triangulacija konveksnih poligona. Drugu kategoriju čine rezultati koji se odnose na nove metode za notaciju triangulacija, dok treću kategoriju čine rezultati primene *OOAD* metodologije kojom se daje model za analizu i dizajn algoritama u računarskoj geometriji.

C) Mišljenje i predlog

Muzafer Saračević je autor tri naučna rada koji su publikovani u časopisima sa SCI/SCIE liste i odnose se na predloženu temu doktorske disertacije. Objavio je veći broj radova u domaćim i međunarodnim časopisima kao i univerzitetske udžbenike. Učestvuje u izradi većeg broja naučnih radova.

Naučne oblasti koje su obrađivane u doktorskoj disertaciji su primenljive u teoriji i praksi i veoma se dinamično razvijaju. Tema obrađena u doktorskoj disertaciji je naučno zasnovana i aktuelna sa teorijskog i praktičnog aspekta. Ona predstavlja primenljivu naučnu disciplinu koja se izučava kako u matematici tako i u različitim granama računarskih nauka.

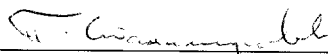
Imajući u vidu publikovane radove, pokazane sposobnosti kandidata kao i aktuelnost i primenljivost naučnih disciplina koje su izučavane u doktorskoj disertaciji, Komisija predlaže Nastavno Naučnom Veću Prirodno-matematičkog fakulteta u Nišu da prihvati urađenu doktorsku disertaciju kandidata **Muzafera Saračevića**, pod naslovom

”METODE ZA REŠAVANJE PROBLEMA TRIANGULACIJE POLIGONA
I NJIHOVA IMPLEMENTACIJA”

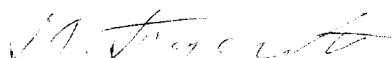
kao i da odobri odbranu te doktorske disertacije.

U Nišu, 8.10.2013. godine.

KOMISIJA:



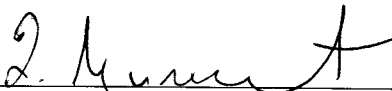
dr Predrag Stanimirović, redovni profesor (mentor)
Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Nišu



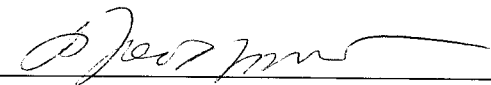
dr Milan Tasić, redovni profesor
Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Nišu



dr Dragan Stevanović, redovni profesor
Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Nišu



dr Danijela Milošević, vanredni profesor
Fakultet tehničkih nauka u Čačku, Univerzitet u Kragujevcu



dr Predrag Krtolica, docent
Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Nišu