

# KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija za studije II stepena, Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, na svojoj sednici održanoj 2.06.2015. godine imenovala nas je u Komisiju za pregled i ocenu master rada dipl. inž. Mihaila Vesovića pod naslovom „Implementacija algoritama za nalaženje najkraće putanje“. Nakon pregleda materijala Komisija podnosi sledeći

## IZVEŠTAJ

### 1. Biografski podaci o kandidatu

Mihailo Vesović je rođen 29.09.1990. u Užicu. Završio je Užičku gimnaziju prosečnom ocenom 5.00. Elektrotehnički fakultet u Beogradu upisao je 2009. godine, odsek Elektronika. Diplomirao je u oktobru 2013. godine sa prosečnom ocenom na ispitima 9.31, na diplomskom 10. Master studije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu upisao je 2013. godine na odseku za Elektroniku. Položio je sve ispite prosečnom ocenom 10.

### 2. Opis master rada

Master rad kandidata sadrži 53 strane. Rad sadrži deset poglavlja i spisak literature sa 38 referenci.

Prvo poglavlje predstavlja uvod u kome su opisani predmet i cilj rada.

U drugom poglavlju je dat pregled osnovnih pojmova iz teorije grafova koji su neophodni za razumevanje problema najkraće putanje. Prvo su prikazane važne definicije, a zatim je definisan problem nalaženja najkraće putanje.

U trećem poglavlju je dat prikaz različitih arhitektura koje omogućavaju paralelizaciju programa. Prikazani su najčešće korišćeni tipovi hardvera na kojima je moguće izvršiti paralelizaciju, od višezvezgarnih procesora opšte namene, do grafičkih kartica.

U četvrtom poglavlju su opisane mogućnosti paralelizacije u slučaju da se koriste procesori opšte namene. Prvi deo je vezan za osnovne koncepte paralelnog izvršavanja na više jezgara. Zatim su date informacije vezane za sinhronizaciju. Na kraju su date informacije o *OpenMP* API-ju koji je korišćen radi paralelizacije.

Pregled sekvencijalnih i paralelizovanih algoritama namenjenih određivanju najkraće putanje dat je u petom poglavlju. Predstavljeni su neki od važnijih SSSP (*Single Source Shortest Path*) algoritama i mogućnosti za paralelizaciju. Data je kratka analiza koja prikazuje razliku između GPU algoritama i algoritama namenjenih procesorima opšte namene.

U šestom poglavlju su predložena dva nova paralelizovana SSSP algoritma namenjena procesorima opšte namene, SSSP-EP (*SSSP Edge Parallel*) i SSSP-VP (*SSSP Vertex Parallel*).

U sedmom poglavlju se upoređuju teorijski dobijena vremena izvršavanja predloženih algoritama. Pokazano je da su vremena izvršavanja algoritama zavisna od nekih osnovnih parametara grafova i da se na osnovu strukture grafa može okvirno dati procena koji će od SSSP algoritama biti efikasniji.

Testiranje predloženih algoritama je opisano u osmom poglavlju. Prvo je prikazan način testiranja, a zatim tipovi grafova nad kojima se testiranje vrši. Reč je o primerima realnih grafova koji odgovaraju najčešće korišćenim topologijama data centara.

U devetom poglavlju su dati rezultati u vidu vremena izvršavanja paralelnih algoritama, zajedno sa vremenima izvršavanja optimizovanih sekvencijalnih algoritama, Dajkstrin i poboljšanog Belman-Fordovog algoritma. Uz rezultate je data diskusija gde se vrši poređenje u odnosu na teorijski procenjene vrednosti. Zatim je ukratko analizirana prostorna složenost algoritama. Na kraju su dati komentari vezani za uticaj hardverskih ograničenja, naročito u pogledu veličine RAM i keš memorije.

Na kraju rada je dat zaključak.

### 3. Analiza rada sa ključnim rezultatima

Master rad dipl. inž. Mihaila Vesovića se bavi problematikom paralelizacije algoritama za određivanje najkraće putanje u grafu na višejezgarnim procesorima opšte namene. Izložen je detaljan pregled literature na temu sekvencijalnih i paralelizovanih SSSP algoritama, a zatim su izvedeni zaključci o mogućnostima paralelizacije tih algoritama. Na osnovu zaključaka, predložena su dva nova algoritma sa paralelizacijom. Algoritmi su implementirani u C programskom jeziku uz *OpenMP*. Testiranje je vršeno na server mašini korišćenjem procesora sa 6 jezgara. Vremena izvršavanja novih algoritama su testirana i upoređena sa vremenima izvršavanja optimizovanih sekvencijalnih algoritama. Teorijski je pokazano koji od paralelizovanih algoritama je bolji za određeni tip grafa, a zatim je to potvrđeno testiranjem. Pokazano je da se algoritmi dobro skaliraju sa povećanjem broja dostupnih jezgara.

Najvažniji doprinosi rada su:

- predložena su i implementirana dva nova paralelizovana SSSP algoritma za određivanje najkraće putanje u grafu koji daju značajna ubrzanja u odnosu na Dajkstrin algoritam,
- pokazano je za koje tipove grafova određeni algoritam daje najbolje moguće rezultate,
- dat je predlog o mogućim unapređenjima algoritama korišćenjem višejezgarnih *XeonPhi* kartica.

### 4. Zaključak i predlog

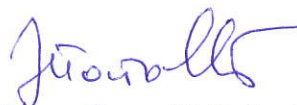
Kandidat Mihailo Vesović je predložio i implementirao dva nova paralelizovana SSSP algoritma za određivanje najkraće putanje u grafu, analizirao njihovo ponašanje za različite tipove grafova i eksperimentalno potvrdio očekivane rezultate.

Kandidat je iskazao veliku samostalnost i sistematičnost u svom radu, kao i inovativne elemente u rešavanju problematike rada.

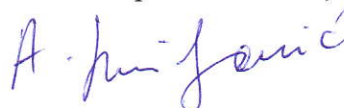
Na osnovu gore navedenog komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da prihvati rad "Implementacija algoritama za nalaženje najkraće putanje" dipl. inž. Mihaila Vesovića kao master rad i odobri javnu i usmenu odbranu.

U Beogradu, 14.09.2015.

Članovi komisije:



dr Jelena Popović-Božović, doc.



dr Aleksandra Smiljanić, prof.