

## KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija za studije II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu imenovala nas je u Komisiju za pregled i ocenu master rada Vladislava Guberinića, 2012/3299, pod naslovom „Analiza paralelnih tehnika programiranja heterogenih sistema”.

Komisija je pregledala priloženi rad i dostavlja Komisiji za studije II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu sledeći

### IZVEŠTAJ

#### 1. Biografski podaci

Vladislav Guberinić je rođen 02.12.1988. godine u Nišu. Tamo je upisao gimnaziju “Svetozar Marković”. Tokom školovanja je redovno učestvovao na takmičenjima iz programiranja i u četvrtoj godini stigao do kvalifikacija za Olimpijadu. Dve godine je bio polaznik seminara računarstva u istraživačkoj stanici Petnica. Školu je završio sa prosekom 4,53.

Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu upisao je 2007. godine. Od druge godine radi kao demonstrator na predmetima: Praktikum iz programiranja 1 i 2. Povremeno radi kao demonstrator na Konkurentom i distribuiranom programiranju i Multiprocesorskim sistemima. Na leto 2011. odlazi na prvu šestomesečnu praksu u kompaniju Nvidia, u Santa Klara, SAD. Zvanje diplomiranog inženjera stiče 2012. godine sa prosečnom ocenom 8,45. Tema diplomskog rada je: "Uređaj za merenje površinskih elektrofizioloških signala" kod mentora Željka Aleksića.

Master studije je upisao 2012. godine. Nastavio je sa radom kao demonstrator i obavio drugu, četvoromesečnu praksu u Nvidia.

#### 2. Predmet, cilj i metodologija istraživanja

Heterogene arhitekture postaju dominantne ne samo u HPC (*high performance computing*) svetu već i kod svakodnevnih korisnika. Heterogena arhitektura se može definisati kao arhitektura koja sem centralnog procesora ima i jedan ili više namenskih koprocesora. Najčešće se ove arhitekture koriste za rešavanje naučnih problema. Sa pojavom CUDA platform svaki računar sa Nvidia grafičkom karticom postaje heterogen, a time poznavanje ove arhitekture postaje izuzetno značajno.

Cilj ovog rada je bio da se uporede tradicionalne metode optimizacije koda i proveru njihova efikasnost prilikom optimizacije paralelnog koda. Uz to su isprobane neke moderne metode primenljive isključivo na heterogenim arhitekturama. Rezultati su detaljno diskutovani u odnosu na rezultate iz otvorene literature i iskustva stečena tokom implementacije.

Da bi se ovo postiglo, izabrana su tri paralelna programska modela: openMP, openACC i CUDA C, kao i grupa pažljivo odabranih testova. Testovi su birani iz skupa testova Rodinia, a njima su pridodata još dva testa. Ovime se postigla dobra pokrivenost modernih tehnologija i različitih karakterističnih problema. Razvijen je fleksibilan sistem za pokretanje testova i prikupljanje podataka sa strukturom koja omogućava jednostavno dodavanje testova i proširenje za druge operativne sisteme.

Zbog specifičnosti arhitekture, izabrani su testovi sa raznim šemama pristupa memoriji. Sprovedena je evaluacija performansi implementiranih modela merenjem vremena potrebnog za izvršavanje pojedinih testova pre i posle optimizacije. Takođe je diskutovan uticaj različitih delova prevodilaca na celokupne performanse programa.

#### 3. Sadržaj i rezultati

Rad je podeljen na 8 poglavlja. U prvom, uvodnom poglavlju data je motivacija za rad, prikaz glavnih ideja koje su korišćene u radu i kratak pregled sadržaja rada po glavama.

U drugom poglavlju je najpre opisana arhitektura homogenog sistema. Zatim je opisana arhitektura heterogenog sistema i upoređena je sa arhitekturom homogenog sistema. Razlike između homogenih i heterogenih arhitektura će biti osnova za sve optimizacije primenjene u daljem radu.

Treće poglavlje daje pregled tri paralelna programska modela: openMP, openACC i CUDA C. Prvo je opisan openMP model kao popularan i lak model primenljiv na homogenim sistemima. Zatim su opisani CUDA model koji predstavlja model pravljen specifično za heterogene arhitekture, kao i openACC model koji predstavlja prilagođenje openMP modela heterogenim arhitekturama.

U četvrtom poglavlju je izložena podela najčešćih problema u 13 kategorija prema načinu pristupanja memoriji. Zatim su opisani testovi koji su korišćeni prilikom izrade ovog rada.

Peto poglavlje opisuje korišćene metode optimizacije i daje postignuta ubrzanja. Razmatrane su metode koje su primeljive istovremeno i na homogene i heterogene sisteme, kao i metode specifične za heterogene sisteme.

Sistem za pokretanje testova i merenje rezultata je opisan u šestom poglavlju. Razmatrane su prednosti uniformnog sistema za razvoj testova i dat je primer kako se novi testovi dodaju u postojeće okruženje.

U sedmom poglavlju su dodatno obrađeni rezultati dobijeni u petom poglavlju. Tu je posebna pažnja posvećena uticaju korišćenih alata (*Rodinia testsuite* i *Accull*) na dobijene rezultate.

Na kraju, osmo poglavlje zaključuje ovaj rad. Dat je sumaran pregled dobijenih rezultata i njihova analiza. Takođe, iznet je predlog interesantnih optimizacija koje bi trebalo dalje istražiti.

Deveto poglavlje sadrži spisak korišćenih referenci, uglavnom iz relevantnih udžbenika i novijih naučnih radova.

Poslednje, deseto poglavlje sadrži priloge. U ovom poglavlju su dati pojedini delovi teksta koji upotpunjuju rad kao celinu, pojedini fragmenti programskog koda.

#### 4. Zaključak i predlog


Prema mišljenju članova Komisije predloženi master rad koji se bavi paralelnim programiranjem u heterogenim sistemima sadrži nekoliko značajnih elemenata:

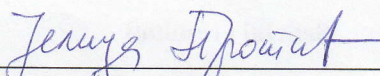
1. Analizu relevantnih testova za merenje performansi sistema i mogućnosti za njihovu paralelizaciju.
2. Pregled paralelnih programskih modela i heterogenih sistema.
3. Opis optimizacija primenjenih na testovima kao i rezultate dobijenih svakom od metoda optimizacije date u jasnoj i preglednoj formi.
4. Evaluaciju optimizacija i njihovu prilagođenost programskim modelima.

Na osnovu izloženog, Komisija predlaže Komisiji za studije II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da rad Vladislava Guberinića pod naslovom „Analiza paralelnih tehnika programiranja heterogenih sistema“ prihvati kao master rad i odobri usmenu odbranu.

U Beogradu, 19.9.2014.

Članovi Komisije:

  
\_\_\_\_\_  
Dr Milo Tomašević, vanredni profesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr Jelica Protić, vanredni profesor