

Sveučilište u Rijeci
Odjel za informatiku
Radmile Matejčić 2, Rijeka
Akademska 2014./2015. godina

PARALELNO PROGRAMIRANJE NA HETEROGENIM SUSTAVIMA

*Kolegij podržava i potiče **Nvidia** u okviru **CUDA Teaching Center Programa**.*

Studij: **Jednopedmetni preddiplomski studij informatike**

Godina i semestar: **3. godina, 5. semestar**

ECTS bodovi: **5 ECTS**

Nastavno opterećenje: **30 sati predavanja, 30 sati vježbi, 0 sati seminara**

Web stranica predmeta: **<https://canvas.instructure.com/courses/880749>**

Nositelji predmeta:

Nositelj: **doc. dr. sc. Božidar Kovačić**

E-mail: bkovacic@inf.uniri.hr

Web stranica: <http://www.inf.uniri.hr/~bkovacic/>

Ured: O-414

Vrijeme konzultacija: četvrtkom od 10 do 12 sati

Asistenti:

Asistent: **Vedran Miletić, prof.**

E-mail: vmiletic@inf.uniri.hr

Web stranica: <http://www.inf.uniri.hr/~vmiletic/>

Ured: O-520

Vrijeme konzultacija: ponedjeljkom od 12 do 14 sati

Demonstratori:

Demonstrator: **Tomislav Šubić**

E-mail: tsubic@student.uniri.hr

Web stranica: n/a

Ured: n/a

Vrijeme konzultacija: n/a

OPIS PREDMETA

Razvijanje općih i specifičnih kompetencija (znanja i vještina)

Osnovni cilj predmeta je upoznavanje studenata s metodama paralelnog programiranja na heterogenim sustavima, što se intenzivno primjenjuje kod proračuna u prirodnim i tehničkim znanostima, obradi slika u medicini i baratanju digitalnim multimedijским sadržajem.

Korespondentnost i korelativnost programa

Preduvjet za upis predmeta Paralelno programiranje na heterogenim sustavima je položen ispit iz predmeta Operacijski sustavi 2.

Predmet Paralelno programiranje na heterogenim sustavima tematski i problemski nasljeđuje predmete Programiranje 2 i Algoritmi i strukture podataka, a određenim dijelovima prethodi predmetu Računalna grafika i predmetima iz područja distribuiranog programiranja i algoritama na distribuiranim sustavima.

Okvirni sadržaj predmeta

Osnovne ideje višejezgrenosti, paralelnog programiranja i primjeri primjene. Programski jezici za paralelno programiranje na heterogenim sustavima. Osnovne programske strukture, tipovi podataka, operatori i funkcije. Hardverska arhitektura heterogenih sustava. Platforme, uređaji i konteksti. Prijenos podataka između memorije različitih uređaja. Događaji, obavijesti i sinkronizacija. Analiza performansi koda i otklanjanje grešaka u kodu. Modeli konkurentnosti i izvođenja programskih naredbi. Obrada slika. Implementacija programskog jezika za paralelno programiranje na uređajima tipa CPU i uređajima tipa GPU.

Studijski slučajevi stvarnih algoritama: redukcija i sortiranje, algoritmi na matricama, obrada slika, konvolucija, obrada videa, histogram, simulacija višečestičnih sustava, generiranje slučajnih brojeva, kriptualgoritmi. Implementiranje vlastitih algoritama. Ekstenzije programskih jezika za paralelno programiranje. Mogućnosti primjene heterogenog računanja na webu. Mogućnosti primjene u akceleraciji renderiranja računalne grafike.

Oblici provođenja nastave i način provjere znanja

Predavanja, vježbe, obrazovanje na daljinu, samostalni zadaci.

Popis literature potrebne za studij i polaganje ispita

1. David B. Kirk, Wen-mei W. Hwu, Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on Approach (Applications of GPU Computing Series), 2nd Edition, Morgan Kaufmann, 2012.
2. **CUDA Toolkit Documentation**
3. **CUDA Training Materials**

Popis literature koja se preporučuje kao dopunska

1. Rob Farber, CUDA Application Design and Development, 1st Edition, Morgan Kaufmann, 2011.
2. Wen-mei W. Hwu, GPU Computing Gems Jade Edition (Applications of GPU Computing Series), 1st Edition, Morgan Kaufmann, 2011.
3. Wen-mei W. Hwu, GPU Computing Gems Emerald Edition (Applications of GPU Computing Series), 1st Edition, Morgan Kaufmann, 2011.
4. Ryoji Tsuchiyama, Takashi Nakamura, Takuro Iizuka, Akihiro Asahara, Jeongdo Son, Satoshi Miki, OpenCL Programming Book, Revised Edition, Fixstars, 2012.
5. Benedict Gaster, Lee Howes, David R. Kaeli, Perhaad Mistry, Dana Schaa, Heterogeneous Computing with OpenCL: Revised OpenCL 1.2 Edition, 2nd Edition, Morgan Kaufmann, 2012.
6. Aaftab Munshi, Benedict Gaster, Timothy G. Mattson, James Fung, Dan Ginsburg, OpenCL Programming Guide, 1st Edition, Addison-Wesley Professional, 2011.
7. Matthew Scarpino, OpenCL in Action: How to Accelerate Graphics and Computations, 1st Edition, Manning Publications 2011.
8. Jason Sanders, Edward Kandrot, CUDA by Example: An Introduction to General-Purpose GPU Programming, 1st Edition, Addison-Wesley Professional, 2010.

Način praćenja kvalitete i uspješnosti izvedbe predmeta

Kroz ustrojeni sustav osiguranja kvalitete Odjela za informatiku.

Mogućnost izvođenja na stranom jeziku

Nema.

Očekivani ishodi

R.BR.	OČEKIVANI ISHODI
1	objasniti vezu višezvezgarnosti i paralelnog programiranja
2	navesti primjere paralelnih algoritama i često korištenih programskih struktura
3	objasniti pojam heterogenog sustava
4	opisati hardversku arhitekturu heterogenih sustava i njezinu softversku reprezentaciju
5	navesti razlike u načinu rada uređaja tipa CPU i uređaja tipa GPU
6	objasniti pojam paralelizabilnosti algoritma i prepoznati to svojstvo kod konkretnih algoritama
7	implementirati jednostavnije paralelne algoritme i strukture podataka
8	primijeniti stečena znanja kod implementacije paralelnih algoritama za rješavanje stvarnih problema

Aktivnosti i ocjenjivanje studenata

VRSTA AKTIVNOSTI	ECTS	ISHODI UČENJA	SPECIFIČNA AKTIVNOST	METODA PROCJENJIVANJA	BODOVI MAX.
Pohađanje nastave	1	1–8	Prisutnost studenata	Popisivanje (evidencija)	0
Kontinuirana provjera znanja	1	1–8	Dva kolokvija iz gradiva vježbi	Na svakom od kolokvija ostvareni bodovi se pretvaraju u ocjenske bodove u slučaju da student ostvari barem 40%	30
Pismeni ispit	1	1–8	Dvije pismene provjere znanja iz gradiva predavanja	Bodovi ostvareni na provjeri pretvaraju se u ocjenske bodove u slučaju da student ostvari barem 40%	40
Projekt	2	7, 8	Prezentacija programskog koda projekta	Vrednovanje točnosti i potpunosti programskog koda i studentovog razumijevanja načina rješavanja prema unaprijed danim kriterijima	30
UKUPNO	5				100

Obveze studenata

Pohađanje nastave

Pohađanje nastave je obavezno i nastavnik vodi evidenciju pohađanja za svakoga studenta. Predavanja i vježbe se izvode u bloku od po 2 sata prema rasporedu.

Kontinuirana provjera znanja

Tijekom semestra pisat će se dva kolokvija koji će uključivati praktične zadatke iz gradiva vježbi i na svakom od njih student će moći skupiti maksimalno 15 bodova. Bodovi ostvareni na kolokviju pretvaraju se u ocjenske ako je student ostvario barem 40% točno riješenih zadataka.

Pismeni ispit

Tijekom semestra pisat će se i dvije pismene provjere znanja iz gradiva predavanja i na svakoj od njih student će moći skupiti maksimalno 20 bodova. Bodovi ostvareni na ispitu pretvaraju se u ocjenske ako je student odgovorio točno na barem 40% ispitnih pitanja.

Projekt

Tijekom semestra studenti će u grupama po dvoje ili troje odabrati projekt koji će izraditi i obraniti usmenim putem. Projekt se sastoji se od izrade programskog koda koji rješava određeni problem i njegove dokumentacije. Vrednovat će se točnost i potpunost predanog programskog koda i njegove dokumentacije te opis načina rješavanja danog problema. Da bi student mogao pristupiti usmenoj obrani, mora barem dva u puta u razmaku od najmanje tjedan dana doći na konzultacije s djelomično izrađenim projektom.

Ocjena iz kolegija

Na prethodno opisani način (aktivnosti) studenti mogu skupiti najviše 100 ocjenskih bodova.

Konačna ocjena

Studenti koji su skupili najmanje 40 ocjenskih bodova konačnu ocjenu dobivaju prema sljedećoj skali:

- **A**—80%–100% (ekvivalent: izvrstan 5),
- **B**—70%–79,9% (ekvivalent: vrlo dobar 4),
- **C**—60%–69,9% (ekvivalent: dobar 3),
- **D**—50%–59,9% (ekvivalent: dovoljan 2),
- **E**—40%–49,9% (ekvivalent: dovoljan 2).

Student koji je zadovoljio uvjet za dobivanje konačne ocjene ispit prijavljuje za ispitni rok. Završnog, odnosno popravnog ispita nema, na ispitnom roku se samo vrši upis dobivene ocjene.

Ispitni rokovi

Redoviti:

- 13. veljače 2015
- 27. veljače 2015

Izvanredni:

- 27. ožujka 2015
- 11. rujna 2015

RASPORED NASTAVE U AKADEMSKOJ GODINI 2014/2015.

Nastava na predmetu će se odvijati u zimskom semestru prema sljedećem rasporedu:

- predavanja: **četvrtak 8:15–9:45**, prostorija O-357,
- vježbe: **ponedjeljak 16:15–17:45**, prostorija O-366,
- za potrebe rada studenata u laboratoriju u prisustvu asistenta ili demonstratora u svrhu izrade domaćih zadaća i projekta predviđen je termin: **petak 14:15–19:45**, prostorija O-366
- demonstrature: po dogovoru s demonstratorom.

Izvođenje nastave po datumima prikazano je u tablici.

TJ.	DATUM	VRIJEME	MJ.	TEMA	TIP	IZVOĐAČ
1	2. listopada 2014	8:15–9:45	O-357	Uvod. Pojam i osnovne ideje računanja na GPU-ima.	P	doc. dr. sc. Božidar Kovačić
1	6. listopada 2014	16:15–17:45	O-366	Uvodne vježbe. Modularizacija, testiranje, dokumentiranje i mjerenje brzine izvođenja Python koda.	V	Vedran Miletić, prof.
2	9. listopada 2014	8:15–9:45	O-357	Povijest računanja na GPU-ima.	P	doc. dr. sc. Božidar Kovačić
2	13. listopada 2014	16:15–17:45	O-366	Python modul numpy.	V	Vedran Miletić, prof.
3	16. listopada 2014	8:15–9:45	O-357	CUDA: paralelizam zasnovan na podacima, struktura programa, množenje matrica.	P	doc. dr. sc. Božidar Kovačić
3	20. listopada 2014	16:15–17:45	O-366	Uvod u programiranje CUDA aplikacije korištenjem PyCUDA-e. Zbroj vektora.	V	Vedran Miletić, prof.
4	23. listopada 2014	8:15–9:45	O-357	Memorije uređaja i prijenos podataka, zrna i višenitni rad.	P	doc. dr. sc. Božidar Kovačić
4	27. listopada 2014	16:15–17:45	O-366	Paralelna redukcija. Norma i skalarno moženje vektora.	V	Vedran Miletić, prof.
5	30. listopada 2014	8:15–9:45	O-357	Indeksi blokova i niti. Množenje matrica.	P	doc. dr. sc. Božidar Kovačić
5	3. studenog 2014	16:15–17:45	O-366	Paralelni algoritmi na matricama.	V	Vedran Miletić, prof.
6	6. studenog 2014	8:15–9:45	O-357	Dodjela zrna uređajima. Redanje zrna i tolerancija na zadržavanje.	P	doc. dr. sc. Božidar Kovačić

TJ.	DATUM	VRIJEME	MJ.	TEMA	TIP	IZVOĐAČ
6	10. studenog 2014	16:15–17:45	O-366	Paralelni algoritmi na matricama.	V	Vedran Miletić, prof.
7	13. studenog 2014	8:15–9:45	O-357	1. provjera znanja.	I	doc. dr. sc. Božidar Kovačić
7	17. studenog 2014	16:15–17:45	O-366	1. kolokvij.	I	Vedran Miletić, prof.
8	20. studenog 2014	8:15–9:45	O-357	CUDA memorije. Tehnike za smanjenje korištenja globalne memorije.	P	doc. dr. sc. Božidar Kovačić
8	24. studenog 2014	16:15–17:45	O-366	Distribuirani sustav za upravljanje verzijama Git.	V	Vedran Miletić, prof.
9	27. studenog 2014	8:15–9:45	O-357	Memorija kao ograničavajući faktor kod paralelizacije. Tehnike za poboljšanje performansi.	P	doc. dr. sc. Božidar Kovačić
9	1. prosinca 2014	8:00	n/a	Objava ponuđenih tema projekata.	Z	Vedran Miletić, prof.
9	1. prosinca 2014	16:15–17:45	O-366	Vektorski tipovi podataka. Funkcije uređaja i domaćina. Funkcije i tipovi podatka dostupni u CUDA bibliotekama.	V	Vedran Miletić, prof.
10	4. prosinca 2014	8:15–9:45	O-357	Dinamičko particioniranje resursa. Pretpreuzimanje podataka. Granularnosti niti.	P	doc. dr. sc. Božidar Kovačić
10	8. prosinca 2014	16:15–17:45	O-366	Hijerarhija GPU memorije. Otklanjanje grešaka i curenja memorije.	V	Vedran Miletić, prof.
11	11. prosinca 2014	8:15–9:45	O-357	Reprezentacija brojeva s pomičnim zarezom. Aritmetička preciznost i zaokruživanje.	P	doc. dr. sc. Božidar Kovačić
11	15. prosinca 2014	8:00	n/a	Rok za odabir teme projekta.	Z	Vedran Miletić, prof.
11	15. prosinca 2014	16:15–17:45	O-366	Mjerenje performansi, profiliranje i optimizacija.	V	Vedran Miletić, prof.
12	18. prosinca 2014	8:15–9:45	O-357	Paralelni uzorci: prefiks suma i množenje rijetkih matrica s vektorima.	P	doc. dr. sc. Božidar Kovačić
12	22. prosinca 2014	16:15–17:45	O-366	Korištenje tokova i asinkronih kopiranja memorije za poboljšanje performansi.	V	Vedran Miletić, prof.

TJ.	DATUM	VRIJEME	MJ.	TEMA	TIP	IZVOĐAČ
13	8. siječnja 2015	8:15–9:45	O-357	Paralelno programiranje i računsko razmišljanje.	P	doc. dr. sc. Božidar Kovačić
13	12. siječnja 2015	16:15–17:45	O-366	Rad s više GPU-a.	V	Vedran Miletić, prof.
14	15. siječnja 2015	8:15–9:45	O-357	2. provjera znanja.	I	doc. dr. sc. Božidar Kovačić
14	19. siječnja 2015	16:15–17:45	O-366	2. kolokvij.	I	Vedran Miletić, prof.
15	22. siječnja 2015	8:15–9:45	O-357	Programiranje aplikacija za heterogena superračunala. Pogled u budućnost.	P	doc. dr. sc. Božidar Kovačić
15	26. siječnja 2015	16:15–17:45	O-366	Izvođenje aplikacija na heterogenim superračunalima.	V	Vedran Miletić, prof.
16	31. siječnja 2015	8:00	n/a	Rok za predaju završne verzije projekta.	Z	Vedran Miletić, prof.