

SVEUČILIŠTE U RIJECI
 FAKULTET INFORMATIKE I DIGITALNIH TEHNOLOGIJA
 Radmile Matejčić 2, Rijeka

Akadska godina 2023./2024.

| OSNOVNI PODACI O PREDMETU | | |
|--|--|---------|
| Naziv predmeta | Distribuirana obrada u heterogenim sustavima | |
| Studijski program | Sveučilišni diplomski studij Informatika | |
| Status predmeta | izborni | |
| Semestar | 1. | |
| Bodovna vrijednost i nastavno opterećenje | ECTS koeficijent opterećenosti studenata | 6 |
| | Broj sati (P+V+S) | 30+30+0 |
| Nositelj predmeta | izv. prof. dr. sc. Božidar Kovačić | |
| E-mail | bkovacic@inf.uniri.hr | |
| Ured | O-414 | |
| Vrijeme konzultacija | Po dogovoru e-mailom | |
| Asistent | Milan Petrović | |
| E-mail | mlan.petrovic@uniri.hr | |
| Ured | O-522 | |
| Vrijeme konzultacija | Ponedjeljkom od 12:00 do 13:00 uz najavu e-mailom. | |
| DETALJNI OPIS PREDMETA | | |
| <i>Ciljevi predmeta</i> | | |
| Cilj je predmeta usvajanje temeljnih znanja u području distribuiranih sustava i usvajanje osnovnih pojmova distribuiranih operacijskih sustava: komunikacija i sinkronizacija, upravljanje podacima, sigurnost i zaštita te upoznavanje studenata s metodama paralelnog programiranja na heterogenim sustavima i usvajanje znanja za primjenu metoda paralelnog programiranja na heterogenim sustavima u rješavanju konkretnih problema. | | |
| <i>Uvjeti za upis predmeta</i> | | |
| Nema uvjeta za upis predmeta. | | |
| <i>Očekivani ishodi učenja za predmet</i> | | |
| Očekuje se da će nakon uspješno ispunjenih svih programom predviđenih obveza na predmetu student moći/biti sposoban: | | |
| I1. Ustanoviti razlike u izvođenju distribuiranih operativnih sustava u odnosu na operativne sustave za osobna računala i mrežne operativne sustave. | | |
| I2. Objasniti izvođenje poziva procedure na daljinu, uporabu objekata i poruka za potrebe komunikacije u distribuiranim sustavima. | | |
| I3. Analizirati razlike u radu sinkronizacijskih mehanizama za: sinkronizaciju sata, algoritme za odabir, | | |

| | | |
|---|---|---|
| <p>mutual exclusion, distribuirane transakcije.</p> <p>14. Analizirati protokole za pouzdanost i mehanizme oporavka distribuiranih sustava u slučaju pogreške.</p> <p>15. Predložiti sigurnosne tehnike i mehanizme za zadani distribuirani sustav.</p> <p>16. Utvrditi vezu višejezgrenosti s tehnikama paralelnog i distribuiranog programiranja, posebno s obzirom na razlike u načinu rada uređaja tipa CPU i uređaja tipa GPU.</p> <p>17. Kreirati programsko rješenje za stvarni problem primjenom tehnika paralelnog i distribuiranog programiranja.</p> | | |
| <p><i>Sadržaj predmeta</i></p> | | |
| <p>Na predmetu se obrađuju sljedeći sadržaji:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Distribuirani sustavi: definicija, softverski i hardverski koncepti. Klijent-server modeli. (I1) ● Komunikacija u distribuiranim sustavima: poziv procedure na daljinu, objekti, komunikacija porukama. (I2) ● Procesi: izvođenje na klijentu i serveru, migracija koda, softverski agenti.(I3) ● Imenovanje: imenovanje entiteta, lociranje mobilnih entiteta.(I3) ● Sinkronizacija: sinkronizacija sata, algoritmi za odabir, mutual exclusion, distribuirane transakcije.(I4) ● Konzistentnost i replike: distribuirani protokoli, protokoli konzistentnosti. (I5) ● Oporavak u slučaju grešaka: pouzdanost klijent-server komunikacije, pouzdanost komunikacije u grupi, oporavak. (I4) ● Sigurnost u distribuiranim sustavima. (I4) ● Paralelizam u obradi podataka. Osnovne programske strukture, tipovi podataka, operatori i funkcije. (I7) ● Hardverska arhitektura heterogenih sustava. Platforme, uređaji i konteksti. Prijenos podataka između memorije različitih uređaja. (I6) ● Događaji, obavijesti i sinkronizacija. Analiza performansi koda i otklanjanje grešaka u kodu. (I7) | | |
| <p><i>Način izvođenja nastave</i></p> | <input checked="" type="checkbox"/> predavanja | <input checked="" type="checkbox"/> samostalni zadaci |
| | <input type="checkbox"/> seminari i radionice | <input type="checkbox"/> multimedija i mreža |
| | <input checked="" type="checkbox"/> vježbe | <input type="checkbox"/> laboratorij |
| | <input type="checkbox"/> obrazovanje na daljinu | <input type="checkbox"/> mentorski rad |
| | <input type="checkbox"/> terenska nastava | <input type="checkbox"/> ostalo |
| <p><i>Komentari</i></p> | | |
| <p><i>Obavezna literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)</i></p> | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Tanenbaum A. & Steen, M. V. Distributed Systems: Principles and Paradigms (2nd Edition). (Prentice Hall, 2006). 2. MPI for Python documentation. Dostupno na: mpi4py.readthedocs.io 3. PyZMQ documentation. Dostupno na: pyzmq.readthedocs.io 4. Skripte, prezentacije i ostali materijali za učenje dostupni u e-kolegiju Harold F. Tipton, Micki Krause, "Information Security Management", 6th Edition, Taylor & Francis Group, 2007. | | |

| | |
|--|---|
| 5. | 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. |
| <i>Dopunska literatura (u trenutku prijave prijedloga studijskog programa)</i> | |
| 1. | Coulouris G., Dollimore J. & Tim Kindberg T. Distributed Systems: Concepts and Design (5th Edition). (Addison-Wesley, 2011). |
| 2. | Silberschatz A. & Galvin P. B. Operating System Concepts. (Addison Wesley, 1989). |
| 3. | Open MPI documentation: www.open-mpi.org/doc/ |
| 4. | MPI Documents. Dostupno na: www.mpi-forum.org/docs/ |
| 5. | ZeroMQ - The Guide. Dostupno na: zguide.zeromq.org |
| 6. | Rob Farber, CUDA Application Design and Development, 1st Edition, Morgan Kaufmann, 2011. |
| 7. | Wen-mei W. Hwu, GPU Computing Gems Jade Edition (Applications of GPU Computing Series), 1st Edition, Morgan Kaufmann, 2011. |
| 8. | Wen-mei W. Hwu, GPU Computing Gems Emerald Edition (Applications of GPU Computing Series), 1st Edition, Morgan Kaufmann, 2011. |
| <i>Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje izlaznih znanja, vještina i kompetencija</i> | |
| Predviđa se periodičko provođenje evaluacije s ciljem osiguranja i kontinuiranog unapređenja kvalitete nastave i studijskog programa (u okviru aktivnosti Odbora za upravljanje i unapređenje kvalitete Fakulteta informatike i digitalnih tehnologija). U zadnjem tjednu nastave provodit će se anonimna evaluacija kvalitete održane nastave od strane studenata. Provest će se i analiza uspješnosti studenata na predmetu (postotak studenata koji su položili predmet i prosjek njihovih ocjena). | |
| <i>Jezik izvođenja nastave</i> | Hrvatski jezik |
| <i>Mogućnost izvođenja na stranom jeziku</i> | Nema |

OBVEZE, PRAĆENJE RADA I VREDNOVANJE STUDENATA

Konstruktivno povezivanje

| VRSTA AKTIVNOSTI | ECTS | ECTS - PRAKTIČNI RAD | ISHODI UČENJA | SPECIFIČNA AKTIVNOST | METODA PROCJENJIVANJA | BODOVI MAX. |
|--|----------|----------------------|---------------|--|--|-------------|
| Pohađanje nastave i aktivnosti u nastavi | 1 | 0,5 | I1-I8 | Prisutnost studenata i odgovaranje na pitanja nastavnika | Popisivanje (evidencija) | 0 |
| Projekt | 2 | 2 | I2-I8 | Praktični projektni zadatak | Ovisno o stupnju točnosti i potpunosti | 40 |
| Kontinuirana provjera znanja | 1 | 0,5 | I1-I8 | Online test na Merlinu | Ovisno o stupnju točnosti i potpunosti | 30 |
| Završni ispit | 1 | 0,5 | I5, I8 | Obrana završnog projektnog zadatka | Ovisno o stupnju točnosti i potpunosti | 30 |
| UKUPNO | 5 | 3,5 | | | | 100 |

Obveze i vrednovanje studenata – puna nastavna satnica

1. Pohađanje nastave i aktivnosti u nastavi

Nastava se odvija prema mješovitom modelu u kombinaciji klasične nastave u učionici i *online* nastave uz pomoć sustava za e-učenje prema rasporedu koji je prikazan je tablicom u nastavku. Studenti su dužni koristiti sustav za e-učenje Merlin (<https://moodle.srce.hr/>) gdje će se objavljivati informacije o predmetu, materijali za učenje, zadaci za vježbu, zadaci za domaće zadaće te obavijesti vezane za izvođenje nastave (putem foruma Obavijesti).

Studenti koji studiraju u punoj nastavnoj satnici dužni su redovito pohađati nastavu, aktivno sudjelovati tijekom nastave te izvršavati aktivnosti predmeta u okviru sustava Merlin koje će nastavnici najavljivati putem foruma.

2. Projekt

Tijekom semestra student će izraditi individualni projektni zadatak u kojem prema unaprijed zadanim uputama i kriterijima za vrednovanje analizira pojedine koncepte distribuirane obrade u heterogenim sustavima npr. one vezane uz upravljanje memorijom, datotečne sustave, mehanizme sigurnost i sl. (CUDA, MPI) (I2-I8). 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

3. Kontinuirana provjera znanja

Tijekom semestra pisat će se test u učionici koji će uključivati pitanja i zadatke iz dijela gradiva predavanja i na njemu će studenti moći skupiti maksimalno 20 bodova.

4. Završni ispit

Na završnom ispitu studenti će obraniti projektni zadatak usmenim putem. Maksimalni broj bodova na projektnom zadatku je 30.

Obveze i vrednovanje studenata – prilagođena nastavna satnica

1. Pohađanje nastave i aktivnosti u nastavi

Nastava se odvija prema mješovitom modelu u kombinaciji klasične nastave u učionici i *online* nastave uz pomoć sustava za e-učenje prema rasporedu koji je prikazan je tablicom u nastavku. Studenti su dužni koristiti sustav za e-učenje Merlin (<https://moodle.srce.hr/>) gdje će se objavljivati informacije o predmetu, materijali za učenje, zadaci za vježbu, zadaci za domaće zadaće te obavijesti vezane za izvođenje nastave (putem foruma Obavijesti).

Studenti koji studiraju u sklopu prilagođene nastavne satnice mogu izostati s najviše 50% sati nastave (predavanja i vježbi), a dužni su aktivno sudjelovati tijekom nastave (u učionici ili *online*) te izvršavati aktivnosti predmeta u okviru sustava Merlin koje će nastavnici najavljivati putem foruma.

2. Obveze i aktivnosti vrednovanja

Obveze i vrednovanje studenata koji studiraju u sklopu prilagođene nastavne satnice, jednake su onima studenata koji studiraju u sklopu pune nastavne satnice.

Ocjenjivanje

Kontinuiranim radom tijekom semestra na prethodno opisani način studenti mogu ostvariti najviše 70 ocjenskih bodova, a da bi mogli pristupiti ispitu predmeta moraju ostvariti 50% i više bodova (minimalno 35).

Ispit nosi udio od maksimalno 30 ocjenskih bodova, a smatra se položenim samo ako na njemu student postigne minimalno 50%-ni uspjeh (ispitni prag je 50% uspješno riješenih zadataka).

Ako je ispit prolazan, skupljeni bodovi će se pribrojati prethodnima i prema ukupnom rezultatu formirat će se pripadajuća ocjena. U suprotnom, student ima pravo pristupa ispitu još 2 puta (ukupno do 3 puta tijekom akademske godine).

Konačna ocjena ostvarenosti ishoda učenja na predmetu

Konačna ocjena ostvarenosti ishoda učenja na predmetu je zbroj ocjenskih bodova postignutih u kontinuiranom praćenju i vrednovanju i ocjenskih bodova postignutih na ispitu, a donosi se na sljedeći način:

| | |
|-----------------|---|
| A – 90% - 100% | (ekvivalent: izvrstan 5, slovna ocjena A) |
| B – 75% - 89,9% | (ekvivalent: vrlo dobar 4, slovna ocjena B) |
| C – 60% - 74,9% | (ekvivalent: dobar 3, slovna ocjena C) |
| D – 50% - 59,9% | (ekvivalent: dovoljan 2, slovna ocjena D) |
| F – 0% - 49,9% | (ekvivalent: nedovoljan 1, slovna ocjena F) |

Ispitni termini

07.02.2023.

21.02.2023.

06.03.2023.

11.09.2023.

SATNICA IZVOĐENJA NASTAVE – zimski (I.) semestar akademske godine 2023./2024.

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

predavanja: četvrtkom od 8:15 do 9:45 u O-358

vježbe: utorkom od 16:00 do 17:30 u O-365

| Tj. | Datum | Vrijeme | Prostor* | Tema | Nastava | Izvođač |
|-----|-------------|------------------|----------|---|---------|------------------------------------|
| 1. | 12.10.2023. | 08:15 - 09:45 | 358 | Distribuirani sustavi: definicija, softverski i hardverski koncepti | P1 | Izv. prof. dr. sc. Božidar Kovačić |
| 1. | 11.10.2023. | 16:00 - 17:30 | 365 | Uvod i postavljanje okoline za razvoj softvera. Objava ponuđenih tema projekata | V1 | Milan Petrović |
| 2. | 19.10.2023. | 08:15 - 09:45 | 358 | Klijent-server modeli | P2 | Izv. prof. dr. sc. Božidar Kovačić |
| 2. | 18.10.2023. | 16:00 - 17:30 | 365 | Python moduli numpy i scipy | V2 | Milan Petrović |
| 3. | 26.10.2023. | 08:15 - 09:45 | 358 | Komunikacija u distribuiranim sustavima: OSI model, ATM model, klijent-server model | P3 | Izv. prof. dr. sc. Božidar Kovačić |
| 3. | 25.10.2023. | 16:00 - 17:30 | 365 | Python modul mpi4py: komunikacija točka-do-točke | V3 | Milan Petrović |
| 4. | 02.11.2023. | 08:15 - 09:45 | 358 | Komunikacija u distribuiranim sustavima: poziv procedure na daljinu, objekti, komunikacija porukama | P4 | Izv. prof. dr. sc. Božidar Kovačić |
| 4. | 01.11.2023. | 16:00 - 17:30 | 365 | Python modul mpi4py: kolektivna komunikacija | V4 | Milan Petrović |
| 5. | 09.11.2023. | 08:15 - 09:45 | 358 | Primjene komunikacije točka-do-točke i kolektivne komunikacije | P5 | Izv. prof. dr. sc. Božidar Kovačić |
| 5. | 08.11.2023. | 16:00 - 17:30 | 365 | Konzultacije za projektni zadatak Sinkronizacija: mutual exclusion, distribuirane transakcije | V5 | Milan Petrović |
| 6. | 16.11.2023. | 08:15 - 09:45 | 358 | Primjene komunikacije točka-do-točke i kolektivne komunikacije | P6 | Izv. prof. dr. sc. Božidar Kovačić |
| 6. | 15.11.2023. | 16:00 - 17:30 | online | Procesi: izvođenje na klijentu i server, migracija koda, softverski agenti | V6 | Milan Petrović |
| 7. | 23.11.2023. | 08:15 - 09:45 | 358 | Python modul mpi4py: komunikatori i grupe, dinamičko upravljanje procesima | P7 | Izv. prof. dr. sc. Božidar Kovačić |
| 7. | 22.11.2023. | 16:00 - 17:30 | online | Konzistentnost i replike: distribuirani protokoli, protokoli konzistentnosti | V7 | Milan Petrović |
| 8. | 30.11.2023. | 08:15 - 09:45 | 358 | Python modul mpi4py: jednostrana komunikacija, paralelni ulaz/izlaz i upravljanje okolinom | P8 | Izv. prof. dr. sc. Božidar Kovačić |
| 8. | 29.11.2023. | 16:00 - 17:30 | online | Python modul mpi4py: jednostrana komunikacija, paralelni ulaz/izlaz i upravljanje okolinom | V8 | Milan Petrović |
| 9. | 07.12.2023. | 08:15 - 09:45 | 358 | Oporavak u slučaju grešaka: pouzdanost klijent-server komunikacije, pouzdanost komunikacije u grupi, oporavak | P9 | Izv. prof. dr. sc. Božidar Kovačić |

| | | | | | | |
|-----|-------------|------------------|--------|--|-----|------------------------------------|
| 9. | 06.12.2023. | 16:00 - 17:30 | 365 | Konzultacije za projektni zadatak Python modul zmq: osnove asinkrone komunikacije | V9 | Milan Petrović |
| 10. | 14.12.2023. | 08:15 - 09:45 | 358 | Sigurnost: sigurnosni kanali, kontrola pristupa, upravljanje sigurnošću | P10 | Izv. prof. dr. sc. Božidar Kovačić |
| 10. | 13.12.2023 | 16:00 - 17:30 | 365 | Objava tema za završne projekte | V10 | Milan Petrović |
| 11. | 21.12.2023. | 08:15 - 09:45 | 358 | 1. kolokvij | P11 | Izv. prof. dr. sc. Božidar Kovačić |
| 11. | 20.12.2023. | 16:00 - 17:30 | online | Uvod u programiranje CUDA aplikacije korištenjem PyCUDA-e. Zbroj vektora. | V11 | Milan Petrović |
| 12. | 11.01.2024. | 08:15 - 09:45 | 358 | Uvod. Pojam i osnovne ideje računanja na GPU-ima | P12 | Izv. prof. dr. sc. Božidar Kovačić |
| 12. | 10.01.2023. | 16:00 - 17:30 | 365 | Konzultacije za završni zadatak Paralelni algoritmi na matricama | V12 | Milan Petrović |
| 13. | 18.01.2024. | 08:15 - 09:45 | 358 | Hijerarhija GPU memorije. Otklanjanje grešaka i curenja Memorije. | P13 | Izv. prof. dr. sc. Božidar Kovačić |
| 13. | 17.01.2024. | 16:00 - 17:30 | 365 | CUDA memorije. Tehnike za smanjenje korištenja globalne memorije. Tehnike za poboljšanje performansi | V13 | Milan Petrović |
| 14. | 25.01.2024. | 08:15 - 09:45 | 358 | Mjerenje performansi, profiliranje i optimizacija | P14 | Izv. prof. dr. sc. Božidar Kovačić |
| 14. | 24.01.2024. | 16:00 - 17:30 | 365 | Konzultacije za završni zadatak | V14 | Milan Petrović |

*Napomena: upisati broj prostorije ili *online*

P – predavanja

V – vježbe