

# Opis izbornih kurseva za akademsku 2022/2023. godinu

Katedra za računarstvo i informatiku

4. oktobar 2022.

# Sadržaj

I	Osnovne studije	4
1	Tehničko i naučno pisanje (I smer)	5
2	Zetetika (I smer)	7
3	Teorija izračunljivosti (I smer)	9
4	Računarska inteligencija (I smer)	10
5	Istraživanje podataka 2 (I smer)	12
6	Konstrukcija kompilatora (I smer)	14
7	Programiranje baza podataka (I smer)	16
8	Funkcionalno programiranje (I smer)	18
9	Uvod u interaktivno dokazivanje teorema (I smer, R smer)	20
10	Računarska grafika (R smer, I smer po statutu iz 2009)	22
11	Istraživanje podataka 1 (R smer)	24
12	Veštačka inteligencija (R smer)	26
13	Programiranje za veb (I smer)	27
14	Uvod u veb i internet tehnologije (R smer)	28
15	Razvoj softvera (R smer, I smer po statutu iz 2009)	30
16	Računarstvo i društvo (I smer)	32
II	Master studije	34
17	Geometrijski algoritmi (I smer i R smer)	35
18	Razvoj softvera 2 (I smer, R smer)	36
19	Verifikacija softvera (I smer i R smer)	37
20	Mašinsko učenje (I smer i R smer)	39

21 Uvod u bioinformatiku (I smer i R smer)	41
22 Istraživanje podataka u bioinformatiki (I smer)	43
23 Naučno izračunavanje (I smer i R smer)	44
24 Automatsko rezonovanje (I smer i R smer)	46
25 Teorija izračunljivosti (I smer i R smer)	48
26 Konstrukcija i analiza algoritama 2 (I smer i R smer)	49
27 Informacioni sistemi (I smer i R smer)	51
28 Istraživanje podataka B (R smer)	52
29 VLSI superračunari (I smer i R smer)	53
30 Kriptografija (I smer i R smer)	54

Deo I

# Osnovne studije

# Glava 1

## Tehničko i naučno pisanje (I smer)

### 1.1 Cilj predmeta

Sticanje funkcionalne tehničke pismenosti i upoznavanje sa osnovnim informatičkim alatima za stručne i naučne komunikacije.

### 1.2 Ishod predmeta

Po završetku kursa student će vladati metodama za stručne i naučne komunikacije

U okviru ovog kursa, studenti će se upoznati sa nekim osnovnim pravilima netikecije, odnosno pravilima lepog ponašanja na webu, uz poseban osvrt na netikeciju u okviru akademske zajednice. Naučiće osnove metodologije pisanja seminarskih, stručnih i naučnih radova kao i stručnih i naučnih izlaganja. Savladaće osnove tekst procesora  $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  i biće u stanju da napišu kvalitetan seminarski rad, kako po svom sadržaju i logičkoj strukturi, tako i po svom izgledu. Takođe, biće u stanju da taj rad kvalitetno predstavljaju različitim publikumima. U toku kursa studenti će se upoznati sa različitim načinima predstavljanja različitih sadržaja na Internetu. Kroz izradu veb sajta studentske prezentacije, upoznaće se sa osnovama jezika HTML5 i CSS3. Biće prikazani i različiti formati za čuvanje matematičkih sadržaja (MathML,...) kao i internet resursi za matematiku i informatiku. Studenti će se upoznati i sa prednostima timskog rada i ovladaće veštinama koje im mogu pomoći da budu aktivni i produktivni članovi jednog tima. Na kraju, upoznaće se sa pitanjima autorskih prava i načinima njihove zaštite. Time bi trebalo da smanje mogućnost da budu (svesno ili nesvesno) počinioi kršenja autorskih prava, ili njegova žrtva.

Više o predmetu: <http://www.itkomunikacija.matf.bg.ac.rs/TehnickoINaucnoPisanje.html>

### 1.3 Način polaganja

Ocena znanja (maksimalan broj poena je 100):

Predispitne obaveze: 70 poena

Završni ispit: 30 poena

### 1.4 Literatura

1. Gerald J. Alred, Charles T. Brusaw, Walter E. Oliu: Handbook of Technical Writing, Bedford/St. Martin's Press, 2012.
2. Goran Nenadić, Predrag Janičić, Aleksandar Samardžić: LaTeX za autore, Beograd, Kompjuter biblioteka, 2003.

3. Jelena Graovac, Milena Vujošević Janičić: Stručna i naučna komunikacija (skripta).

## 1.5 Predavači

Predavanja: Jelena Graovac <http://poincare.matf.bg.ac.rs/~jgraovac/>

Strana kursa <http://www.itkomunikacija.matf.bg.ac.rs/TehnickoINaucnoPisanje.html>

## 1.6 Zvanični opis kursa

Zvanični opis kursa:

[http://www.math.rs/files/045\\_-\\_Tehnicko\\_i\\_naucno\\_pisanje.pdf](http://www.math.rs/files/045_-_Tehnicko_i_naucno_pisanje.pdf)

## Glava 2

# Zetetika (I smer)

*Zetetika* je disciplina koja racionalnim metodama proučava fenomene koji se svrstavaju u oblast paranormalnog, pseudo-nauke i neobičnih terapijskih metoda. Na taj način, zetetika izučava teorije koje se naučno ne mogu pravdati. Cilj zetetike je da se ispitaju iskazi koji nisu naučno proverivi i čije se objašnjenje ne može vezati ni za jednu od opšte prihvaćenih naučnih teorija. Time se razvija kritički duh kako se ne bi zapadalo u klasične zamke čiji je koren u statistici, verovatnoći, greškama zaključivanja, retorskim obrtima, itd. U tom svetlu, sadržaj zetetike se nalazi na granici između prirodnih i kognitivnih naučnih disciplina. Ovakvo proučavanje omogućava studentu istovremeno i da se upozna sa kriterijumima za procenu naučnosti istraživanja i, šire, sa naučnom metodologijom.

Glavne teme obuhvataju kritičku analizu brojnih svakodnevnih pojava čiji je cilj da navedu korisnika informacije na pogrešan zaključak. Neke od tema koje će biti obuhvaćene su pogrešno zaključivanje na osnovu statističkih podataka, logički paradoksi i retoričke figure, obmane čula i pogrešne predstave o redu veličine, metode manipulacije, naučna metodologija i podvale u nauci itd.

### 2.1 Slični kursevi

Sličan predmet se predaje i na univerzitetima:

- University of Nice-Sophia Antipolis, Faculty of Sciences
- Université Paris-Est, Marne-la-Vallée
- Université Libre de Bruxelles, Belgique. itd.

### 2.2 Literatura

- Normand Baillargeon, A Short Course in Intellectual Self-Defense, UQAM, Seven Stories, 2008.
- Véronique Champion-Vincent & Jean-Bruno Renard „Légendes urbaines, Rumeurs d’aujourd’hui“, Payot, Paris (srpski prevod: Kovacevic, I. Urbane legende, Beograd, 2009)
- [http://www.anthroserbia.org/Content/PDF/Publications/39\\_IK\\_Urbane\\_legende.pdf](http://www.anthroserbia.org/Content/PDF/Publications/39_IK_Urbane_legende.pdf)
- Milivoj Catipovic, Podvale obmane i zablude u svijetu nauke, Školska knjiga, Zagreb, 1980.
- [http://www.unice.fr/zetetique/polycop\\_methodo.pdf](http://www.unice.fr/zetetique/polycop_methodo.pdf)

### 2.3 Predavači

Predavanja: Staša Vujičić-Stanković <http://www.matf.bg.ac.rs/~stasa>

## 2.4 Zvanični opis kursa

Zvanični opis kursa:

[http://www.math.rs/files/044\\_-\\_Zetetika\\_-\\_kriticko\\_zakljucivanje.pdf](http://www.math.rs/files/044_-_Zetetika_-_kriticko_zakljucivanje.pdf)



## Glava 3

# Teorija izračunljivosti (I smer)

Zvanični opis kursa:

[http://www.math.rs/files/R219\\_-\\_Teorija\\_izracunljivosti.pdf](http://www.math.rs/files/R219_-_Teorija_izracunljivosti.pdf)

## Glava 4

# Računarska inteligencija (I smer)

### 4.1 Cilj kursa

Računarska inteligencija (eng. Soft computing) se bavi definisanjem i rešavanjem problema upotrebom metoda koje imitiraju inteligenciju koja se može naći u prirodi. Postavlja se pitanje, šta je glavna karakteristika prirodne inteligencije? Kada su u pitanju ljudi i njihova inteligencija, može se zaključiti da inteligencija nije precizna, kvantitativna i rigorozna s obzirom da su ljudi "loši" u izračunavanjima. Sa druge strane, ljudski mozak je u stanju da obradi milione vizuelnih, akustičnih, taktilnih, motoričkih i drugih podataka, a takodje je u stanju da uopštava znanje, prepoznaje šablone i donosi odluke. Cilj Računarske inteligencije je da izvrši prenos nekih od ovih mogućnosti na računare. Metode računarske inteligencije obično koriste pristup koji nije potpuno egzaktna i rigorozna što omogućava pravljenje kompromisa između stepena tačnosti i efikasnosti pretrage prostora mogućih rešenja. Studenti će u okviru kursa biti upoznati sa nekim od metoda Računarske inteligencije na teorijskom i praktičnom nivou.

### 4.2 Sadržaj predmeta

- Pregled oblasti Računarske inteligencije, problema i metoda za njihovo rešavanje.
- Veštačke neuronske mreže.
- Rasplinuti sistemi (eng. Fuzzy systems) – rasplinuti skupovi, rasplinuta logika i rezonovanje.
- Metaheuristički pristup rešavanju problema – pregled različitih tipova metoda.
- Evolutivna izračunavanja – genetski algoritmi, genetsko programiranje, evolutivno programiranje, evolutivne strategije, itd.
- Inteligencija rojeva – kolonije mrava, pčela, itd.
- Sistemi bazirani na agentima i pravilima.
- Paralelna izračunavanja u Računarskoj inteligenciji.

### 4.3 Literatura

- Andries Engelbrecht: Computational Intelligence - An Introduction, John Wiley and Sons, 2007.
- D. B. Fogel, C. J. Robinson, Eds., Computational Intelligence - The Experts Speak, IEEE Press and John Wiley and Sons, 2003.

- G. B. Fogel, D. W. Corne, Y. Pan: Computational Intelligence in Bioinformatics, IEEE Press and John Wiley and Sons, 2007.
- Vojislav Kecman: Learning and Soft Computing, MIT Press, 2001.
- Konar Amit: Artificial Intelligence and Soft Computing, CRC Press, 2000.
- Talibi El-Gazali: Metaheuristics - from design to implementation, John Willey and Sons, 2009.

## 4.4 Predavači

Predavanja: Aleksandar Kartelj <http://www.math.rs/~kartelj>

## 4.5 Zvanični opis kursa

[http://www.math.rs/files/R269\\_-\\_Racunarska\\_inteligencija.pdf](http://www.math.rs/files/R269_-_Racunarska_inteligencija.pdf)

# Glava 5

## Istraživanje podataka 2 (I smer)

### 5.1 Cilj kursa

Cilj kursa je dalje produblјivanje znanja o metodama Istraživanja podataka i mogućnostima njihove primene. Kurs delom predstavlja nastavak kursa R274 Istraživanje podataka 1 obradom novih metoda i oblasti koje nisu obuhvaćene kao i obradom naprednih metoda u već poznatim oblastima (obrađenim u kursu Istraživanje podataka 1). Tehnike i metode prikazane u kursu biće ilustrovane nad stvarnim podacima. Tokom kursa je predviđena izrada seminarskog rada.

### 5.2 Sadržaj kursa

- Napredne tehnike redukcije podataka
- Otkrivanje i uklanjanje elemenata van granica
- Napredne metode klasifikacije podataka
- Napredne metode klaster analize
- Istraživanje veća
- Istraživanje vremenskih serija
- Otkrivanje sekvenci i obrazaca

### 5.3 Literatura

Delovi iz knjiga:

- Charu C. Aggarwal: Data Classification: Algorithms and Applications, CRC Press, 2015
- Taeho Jo: Data Mining: Concepts, Implementation, and Big Data Challenge, Springer 2019
- Charu C. Aggarwal, Chandan K. Reddy (eds): Data Clustering - Algorithms and Applications, CRC Press, 2014
- Salvador García, Julián Luengo, Francisco Herrera: Data Preprocessing in Data Mining, Springer 2015
- Druga korisna literatura (po potrebi)

## 5.4 Predavači

Predavanja: Nenad Mitić <http://www.matf.bg.ac.rs/~nenad>

Vežbe: Aleksandar Veljković <http://www.matf.bg.ac.rs/~aleksandar>

## 5.5 Zvanični opis kursa

[http://www.math.rs/files/R275\\_-\\_Istrazivanje\\_podataka\\_2.pdf](http://www.math.rs/files/R275_-_Istrazivanje_podataka_2.pdf)

## Glava 6

# Konstrukcija kompilatora (I smer)

### 6.1 Cilj kursa

Kurs *Konstrukcija kompilatora* je nastavak kursa *Prevođenje programskih jezika* i može se slušati na trećoj ili četvrtoj godini I smera. Dok je u okviru Prevođenja programskih jezika naglasak na prednjem delu kompilatora tj. na fazama leksičke, sintaksičke i donekle semantičke analize, u Konstrukciji kompilatora naglasak je na srednjem i zadnjem delu kompilatora tj. na fazama generisanja i optimizacije koda (uključujući i različite vidove reprezentacije u obliku međukoda).

Preduslovi za praćenje kursa su poznavanje opštih tehnika programiranja. Takođe, potrebno je i poznavanje tehnika leksičke i sintaksne analize, ali i osnovno poznavanje arhitekture računara i asemblerskih jezika.

Vežbe se realizuju u programskom jeziku C++. U okviru kursa se prikazuje i stimuliše korišćenje alatki i biblioteka koje olakšavaju konstrukciju kompilatora (npr. `clang/llvm`).

### 6.2 Teme kursa

- Stabla apstraktne sintakse (AST)
- Semantička analiza, tabelle simbola, provera tipova
- Asemblerski i mašinski jezici
- Aktivacioni slogovi
- Generisanje koda
- Međujezici i međukod
- Osnovni blokovi i graf kontrole toka
- Analiza toka podataka (živost, doseg definicija)
- Lokalna i globalna optimizacija
- Alokacija i dodela registara
- Izbor instrukcija
- Raspoređivanje instrukcija

## 6.3 Slični kursevi

- U Stanford (SAD)  
<https://lagunita.stanford.edu/courses/Engineering/Compilers/Fall2014/about>
- ETH (Cirih, švajcarska)  
<http://www.lst.inf.ethz.ch/education/archive/autumn-2015/compiler-design.html>

## 6.4 Literatura

- Literatura je dostupna sa strane kursa u obliku slajdova, skripti i primera sa vežbi
- Aho, Lam, Sethi, Ullman: Compilers – principles, techniques and tools  
<http://www.amazon.com/Compilers-Principles-Techniques-Tools-2nd/dp/0321486811>
- Appel: Modern Compiler Implementation in C  
<https://www.cs.princeton.edu/~appel/modern/c/>
- Aiken: Compilers  
<https://class.coursera.org/compilers/lecture>

## 6.5 Predavači

Predavanja: Milena Vujošević Janičić <http://www.matf.bg.ac.rs/~milena>

Vežbe: Strahinja Stanojević [http://www.matf.bg.ac.rs/~strahinja\\_stanojevic](http://www.matf.bg.ac.rs/~strahinja_stanojevic)

## 6.6 Zvanični opis kursa

[http://www.math.rs/files/R241\\_-\\_Konstrukcija\\_kompilatora.pdf](http://www.math.rs/files/R241_-_Konstrukcija_kompilatora.pdf)

## Glava 7

# Programiranje baza podataka (I smer)

Kurs "Programiranje baza podataka" je kurs koji se bavi naprednim konceptima baza podataka: programiranjem baza podataka i programiranjem transakcija i objektno-relacionim preslikavanjem u okviru alata Hibernate. U okviru kursa studenti će se upoznati i sa osnovama administracije i održavanja baza podataka.

Teme koje će biti obrađivane u okviru ovog kursa su:

- ugnježđenje SQL-a u proceduralne jezike C i JAVA,
- direktni pozivi DB2 funkcija (CLI) i ODBC standard,
- upravljanje transakcijama,
- oporavak baza podataka,
- objektno-relaciono preslikavanje i alat Hibernate,
- administracija i održavanje baza podataka.

### 7.1 Literatura

- Database Systems: The Complete Book (Hector Garcia-Molina, Jeffrey D. Ullman, Jennifer Widom)  
<http://infolab.stanford.edu/~ullman/dscb.html>
- An Introduction to Database Systems (C.J.Date)  
<https://www.amazon.com/Introduction-Database-Systems-8th/dp/0321197844>
- Java Persistence with Hibernate, Second Edition (Christian Bauer, Gavin King, Gary Gregory)  
<https://www.manning.com/books/java-persistence-with-hibernate-second-edition>

### 7.2 Slični kursevi

- U San José (SAD)  
<http://www.sjsu.edu/cs/practicalities/syllabi/spring-2016/CS157B-Section4-S16.pdf>
- U Cleveland (SAD)  
<https://www.csuohio.edu/engineering/sites/csuohio.edu.engineering/files/CIS-430-530.pdf>
- U Waterloo (Kanada)  
<https://cs.uwaterloo.ca/~david/cs348/syllabus.html>



### 7.3 Način polaganja

- jedan teorijski test od 10 poena
- kolokvijum od 20 poena
- praktični ispit od 40 poena
- završni teorijski ispit od 30 poena

### 7.4 Predavači

Predavanja: Nina Radojičić-Matić <http://www.matf.bg.ac.rs/~nina>

### 7.5 Zvanični opis kursa

[http://www.math.rs/files/R272\\_-\\_Programiranje\\_baza\\_podataka.pdf](http://www.math.rs/files/R272_-_Programiranje_baza_podataka.pdf)

## Glava 8

# Funkcionalno programiranje (I smer)

### 8.1 Cilj kursa

U odnosu na imperativno programiranje, funkcionalno programiranje je semantički bliže matematici, a udaljenije od intuitivnog procesnog pojma algoritma. U objektnoj paradigmi, kao najpopularnijoj formi imperativnog programiranja, pravimo apstrakcije nad podacima, dok nam funkcionalni stil programiranja olakšava pravljenje apstrakcija nad ponašanjem programa – nad funkcijama.

Česta karakteristika programa napisanih u funkcionalnom stilu je da su kraći i lakši za razumevanje, kao i da je lakše dokazati njihovu korektnost. Takođe, ovi programi se lakše paralelizuju što je od velikog značaja za moderne višejezgarne sisteme. Zbog ovoga je funkcionalna paradigma značajno dobila na popularnosti u poslednjih deset godina.

Pored veće zastupljenosti funkcionalnih programskih jezika, postoji i tendencija da se tehnike funkcionalne paradigme i elementi funkcionalnih jezika postepeno ugrađuju u tradicionalno imperativne i objektno orijentisane programske jezike. Cilj predmeta je da studente upozna sa tehnikama funkcionalnog programiranja i omogućí im da ih primenjuju u praksi.

### 8.2 Sadržaj kursa

U teme kursa ulaze deklarativno programiranje, poređenje sa imperativnim programiranjem, funkcionalni programski jezici, osobine savremenih funkcionalnih programskih jezika, funkcije višeg reda, algebarski tipovi podataka, generičko programiranje, parcijalna aplikacija funkcija, lenjo izračunavanje, beskonačne i imutabilne strukture podataka, graf redukcija, tipiziranost, transformisanje tokova podataka, apstraktne i virtualne mašine, automatsko uklanjanje otpadaka, primena koncepata funkcionalnog programiranja u imperativnim programskim jezicima, i drugo.

### 8.3 Literatura

- Functional Programming, Anthony J. Field, Peter G. Harrison, Addison Wesley, 1989.
- Introduction to Functional Programming, Richard Bird, Philip Wadler, Prentice Hall, 1988.
- Basic Polymorphic Typechecking, Cardelli, L., Science of Computer Programming, 8(2), 147-72, April, 1987.
- Learn You a Haskell for Great Good!, Miran Lipovača, No Starch Press, 2012.
- Functional Programming in C++, Ivan Čukić, Manning Publications, 2018.

## 8.4 Predavači

Predavanja: Ivan Čukić <http://www.matf.bg.ac.rs/~ivan>

Vežbe: Ivan Čukić <http://www.matf.bg.ac.rs/~ivan>

## 8.5 Zvanični opis kursa

[http://www.math.rs/files/R246\\_-\\_Funkcionalno\\_programiranje.pdf](http://www.math.rs/files/R246_-_Funkcionalno_programiranje.pdf)

## Glava 9

# Uvod u interaktivno dokazivanje teorema (I smer, R smer)

### 9.1 Cilj predmeta

Sticanje osnovnih pojmova o oblasti interaktivnog dokazivanja teorema kroz dokazivač Isabelle/HOL.

### 9.2 Ishod predmeta

Savladavanje kursa će studentu potpuno razjasniti logičkih osnova matematke i pojam matematičkog dokaza i učiniti ga preciznijim (samim tim i boljim) matematičarem. Naime, iskusstva sa drugih univerziteta gde su držani ovakvi kursevi pokazuju da nakon savladavanja ovakvog kursa studenti prestaju da prave elementarne greške u dokazima koje pokazuju da im zapravo apsolutno nije jasno šta je zapravo bavljenje deduktivnom matematičkom delatnošću (<https://www21.in.tum.de/~nipkow/pubs/vmcai12.pdf>, <http://www.matf.bg.ac.rs/~filip/aidt/kako.pdf>). Znanje stečeno u okviru kursa se može primeniti na polju formalizacije klasičnih matematičkih teorija (geometrije, analize, topologije, verovatnoće i statistike, numeričke matematike itd.), ali i u formalnoj verifikaciji algoritama, hardvera i softvera, što je veoma važan smer istraživanja u poslednjih nekoliko godina (formalno su verikovani mnogi programi, pa čak i ceo jednostavan operativni sistem i kompilator za programski jezik C).

### 9.3 Slični kursevi

1. Formal Proof in Mathematics and Computer Science, Technical University Munich, Germany, <http://www21.in.tum.de/teaching/proof21/SS18/>
2. Coq course at Chalmers University, Sweden, <https://github.com/vlopezj/coq-course>

### 9.4 Način polaganja

Pored standardnih predispitnih i ispitnih obaveza, značajan deo ispita predstavlja i seminarski rad (30-40 poena).

### 9.5 Predavači

Predavanja: Filip Marić <http://www.matf.bg.ac.rs/~filip>

## 9.6 Zvanični opis kursa

[http://www.math.rs/files/R265\\_-\\_Uvod\\_u\\_interaktivno\\_dokazivanje\\_teorema.pdf](http://www.math.rs/files/R265_-_Uvod_u_interaktivno_dokazivanje_teorema.pdf)

## Glava 10

# Računarska grafika (R smer, I smer po statutu iz 2009)

Kurs “Računarska grafika” je kurs koji se bavi matematičkim konceptima i algoritmima na kojima se zasnivaju savremeni 3D grafički sistemi. U raznim segmentima našeg svakodnevnog života prisutne su brojne primene računarske grafike: veliki broj crtanih filmova je u potpunosti napravljen uz pomoć računara; vizuelni doživljaj savremenih 3D video igara blizak je kvalitetu filma; korišćenjem dizajna potpomognutim računarima (computer aided design) kompletni avioni se dizajniraju na računaru; takodje, pojavom 3D štampača i fabrikacije biće moguće odštampati stvarne 3D objekte sa realističnim svojstvima materijala. S druge strane, što se intelektualnih aktivnosti tiče, ovo je oblast puna izazova: treba izgraditi virtuelne svetove koji su po svemu slični realnim svetovima.

Cilj kursa jeste razumevanje matematičkih tehnika i algoritama koji su u pozadini većine modernih 3D grafičkih sistema. Cilj kursa je i osposobljavanje studenata da pišu programe u OpenGL-u.

Teme koje će biti obrađivane u okviru ovog kursa uključuju: osnovne algoritme za crtanje primitiva, popunjavanje poligona i seckanje linija, osnovne 2D i 3D transformacije, poglede u 3D, opisivanje krivih i površi, vidljivost, prostorne strukture podataka, osvetljenje, senčenje, teksture, senke i refleksije, rejtresing (Ray Tracing) algoritme.

## 10.1 Literatura

- Computer Graphics: Principles and Practice (John Hughes et al.)  
<http://cgpp.net/about.xml>
- Fundamentals of Computer Graphics (Peter Shirley, Michael Ashikhmin, Steve Marschner)  
<https://www.crcpress.com/Fundamentals-of-Computer-Graphics/Shirley-Ashikhmin-Marschner/p/book/9781568814698>

## 10.2 Slični kursevi

- U Berkley (SAD)  
<http://inst.eecs.berkeley.edu/~cs184/fa12/onlinelectures.html>
- ETH (Ciri, Švajcarska)  
<https://graphics.ethz.ch/teaching/cg15/notes.php>
- U Stanford (SAD)  
<http://web.stanford.edu/class/cs148/index.html>

### 10.3 Način polaganja

- 1 teorijski test od 15 poena
- praktični kolokvijum od 25 poena
- projekat od 30 poena
- završni teorijski ispit od 30 poena

### 10.4 Predavači

Predavanja: Vesna Marinković <http://www.matf.bg.ac.rs/~vesnap>

### 10.5 Zvanični opis kursa

[http://www.math.rs/files/R255\\_-\\_Racunarska\\_grafika.pdf](http://www.math.rs/files/R255_-_Racunarska_grafika.pdf)

# Glava 11

## Istraživanje podataka 1 (R smer)

Istraživanje podataka je jedna od najaktuelnijih oblasti računarstva. U računarskim sistemima su podaci uskladišteni u različitim oblicima uključujući baze podataka, tekstualne datoteke, veb stranice, ... Programi koji rade sa bazama podataka mogu da izdvoje neke specifične informacije (npr. koliko stanovnika neke oblasti je zaposleno u informatičkoj industriji), ali podaci u principu sadrže mnogo više od tih specifičnih informacija.

Metode istraživanja podataka su namenjene istraživanju skirvenih odnosa i obrazaca u podacima. Danas skoro da ne postoji oblast u kojoj nema primene neke od metoda istraživanja podataka, pri čemu dobijeni rezultati imaju jako veliki uticaj na donošenje odluka. Istraživanja svim granama savremene nauke, medicini, modeliranju poslovnih sistema, itd. danas ne mogu da se vrše bez upotrebe metoda i tehnika istraživanja podataka, što daje jako veliki podsticaj daljem razvoju ove oblasti

### 11.1 Cilj kursa

Cilj kursa je upoznavanje sa osnovnim metodama i tehnikama istraživanja podataka i mogućnostima njihove primene. Metode i tehnike obrađene u kursu biće ilustrovane uz korišćenje alata IBM SPSS Modeler i programskih jezika Python i R. U okviru kursa je predviđena izrada seminarskog rada.

### 11.2 Sadržaj kursa

- Uvod u istraživanje podataka
- Osnovni podaci i definicije. Tipovi i kvalitet podataka
- Priprema podataka. Izdvajanje karakteristika, čišćenje, dimenziona redukcija
- Mere sličnosti i različitosti
- Pravila pridruživanja: osnovni koncepti i algoritmi
- Klaster analiza: osnovne tehnike
- Klasifikacija podataka
- Primena istraživanjapodataka



## 11.3 Literatura

Delovi iz knjiga:

- Pang-Ning Tan; Michael Steinbach; Anuj Karpatne; Vipin Kumar: Introduction to Data Mining, 2nd ed, Pearson Education, 2019.
- Charu C. Aggarwal: Data Mining - The Textbook, Springer, 2015.
- Xindong Wu, Vipin Kumar (eds.): The Top Ten Algorithms in Data Mining, CRC Press, 2009.
- Druga korisna literatura (po potrebi)

## 11.4 Predavači

Predavanja: Nenad Mitić <http://www.matf.bg.ac.rs/~nenad>

## 11.5 Zvanični opis kursa

[http://www.math.rs/files/R274\\_-\\_Istrazivanje\\_podataka\\_1.pdf](http://www.math.rs/files/R274_-_Istrazivanje_podataka_1.pdf)

## Glava 12

# Veštačka inteligencija (R smer)

### 12.1 Predavači

Predavanja: Mladen Nikolić <http://www.matf.bg.ac.rs/~nikolic> i Predrag Janičić <http://www.matf.bg.ac.rs/~janicic>

### 12.2 Zvanični opis kursa

[http://www.math.rs/files/R260\\_-\\_Vestacka\\_inteligencija.pdf](http://www.math.rs/files/R260_-_Vestacka_inteligencija.pdf)

# Glava 13

## Programiranje za veb (I smer)

### 13.1 Cilj predmeta

Mnogi izvori navode da je veb postao standard za javno dostupne online aplikacije široke namene. Njegov ubrzan razvoj prate moderne tehnologije i arhitekturna rešenja koja se bave specifičnim programskim problemima poput skalabilnosti, bezbednosti ili čestih nadgradnji funkcionalnosti. Stoga je cilj kursa da se studenti upoznaju sa fundamentalnim teorijskim konceptima i tehnologijama koje se susreću u razvoju modernih veb aplikacija.

### 13.2 Sadržaj predmeta

Kurs pokriva teme koje oslikavaju trenutno stanje veba, njegovu osnovnu klijent-server arhitekturu, komunikacioni protokol HTTP, specifičnosti veb klijenata i veb servera, skladišta stanja i podataka, razvoj aplikativnih programskih interfejsa, arhitekture modernih veb aplikacija, rad sa izolovanim okruženjima, testiranje, isporučivanje i kontinualnu integraciju. Kurs je baziran na JavaScript-orijentisanim tehnologijama (Angular, Node.js, Express.js, MongoDB).

### 13.3 Literatura

- G.Kappel, B.Proll, S.Reich, W.Retschitzegger: Web Engineering, John Willey & Sons, Ltd, 2006.
- L.Shklar, R.Rosen: Web Application Architecture, JohnWiley & Sons, Ltd, 2003.
- Full Stack JavaScript, Azat Mardan, 2018.
- JavaScript Programming: Pushing the Limits, Jon Raasch, 2013.

### 13.4 Predavač

Predavanja: Ivan Čukić <http://www.matf.bg.ac.rs/~ivan>

### 13.5 Zvanični opis kursa

[http://www.math.rs/files/R291\\_-\\_Programiranje\\_za\\_veb.pdf](http://www.math.rs/files/R291_-_Programiranje_za_veb.pdf)

# Glava 14

## Uvod u veb i internet tehnologije (R smer)

Kurs *Uvod u veb i internet tehnologije* ima za cilj upoznavanje sa osnovnim pojmovima umrežavanja računara, Interneta i veba, kao i veb programiranja na klijentskoj i serverskoj strani. Polaznik kursa treba da ovlada osnovnim veb tehnologijama i stekne znanja potrebna za kreiranje dinamičkih interaktivnih veb aplikacija. Prilikom realizacije kursa, studenti će se upoznati sa programiranjem na u jeziku JavaScript i radom sa NoSQL bazom podataka MongoDB.

### 14.1 Sadržaj predmeta

- Uvod u računarske mreže
- Uvod u Internet i veb
- Jezici za označavanje
- HTML i CSS
- JavaScript
- Veb pregleda; i veb serveri
- node.js
- MongoDB

### 14.2 Literatura

- Wesley Hales: HTML 5 Architecture, O'Reilly, 2012.
- Thomas Powell: HTML & CSS: The Complete Reference, 5th Edition, McGraw-Hill, 2010.
- Marijn Haverbeke: Eloquent JavaScript, No Starch Press, 2014.
- John Resig, Bear Bibeault: Secrets of the JavaScript Ninja, Manning, 2012.
- Dan Sullivan: NoSQL for Mere Mortals, Addison-Wesley, 2015.

### 14.3 Predavač

Predavanja: Vladimir Filipović <http://www.math.rs/~vladaf>

### 14.4 Veb strana kursa

Veb strana kursa:

<https://matfuvit.github.io/UVIT/>

### 14.5 Zvanični opis kursa

[http://www.math.rs/files/R130\\_-\\_Uvod\\_u\\_veb\\_i\\_internet\\_tehnologije.pdf](http://www.math.rs/files/R130_-_Uvod_u_veb_i_internet_tehnologije.pdf)

## Glava 15

# Razvoj softvera (R smer, I smer po statutu iz 2009)

### 15.1 Cilj predmeta

Kada poslastičar nauči da napravi odličnu koru za tortu, još bolji fil i lepe i ukusne ukrase, pred njim još uvek stoji nezapočet glavni posao – pravljenje torte. Posle nekoliko uvodnih semestara programiranja i algoritama, studenti bi trebalo da su ovladali radom u programskim jezicima C i Java, kao i da su upoznali osnove algoritama i struktura podataka i osnove objektno orijentisanog programiranja, kao i da su u stanju da napišu umereno složene programe. Cilj predmeta Razvoj softvera je da studente upozna sa problemima koji se pojavljuju pri razvoju složenih softverskih projekata i nekim važnijim tehnikama za njihovo rešavanje.

### 15.2 Sadržaj predmeta

U obuhvaćene teme spadaju sagledavanje problema razvoja softvera, pregled savremenih razvojnih metodologija, UML, agilni razvoj softvera, ekstremno programiranje, programski jezik C++, parametarski polimorfizam, arhitektura i dizajn softvera, uvod u principe projektovanja, kohezija, spregnutost, obrasci za projektovanje, refaktorisanje, testiranje jedinica koda, razvoj vođen testovima, konkurentno programiranje, debugovanje, razvoj vođen događajima, softverske metrike i drugo.

### 15.3 Literatura

1. Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides, Design Patterns: Elements of Reusable Object Oriented Software, Addison-Wesley, 1995. [CET, 2002]
2. Martin Fowler, Refactoring: Improving the Design of Existing Code, Addison-Wesley, 1999. [CET, 2003]
3. Stanley B. Lippman, Josee Layoie, Barbara Moo, C++ Primer, 4th ed., Addison-Wesley, 2005.
4. Robert C. Martin, Agile Software Development: Principles, Patterns and Practices, Prentice Hall, 2003.
5. Shari L. Pfleeger, Joanne M. Atlee: Software Engineering: Theory and Practice, 3.ed, Prentice Hall, 2009 [CET,2006]
6. Saša Malkov, OOP-C++ kroz primere, Matematički fakultet, 2007.

## 15.4 Predavači

Predavanja: Saša Malkov <http://www.matf.bg.ac.rs/~smalkov>

## 15.5 Zvanični opis kursa

[http://www.matf.bg.ac.rs/files/R290\\_-\\_Razvoj\\_softvera.pdf](http://www.matf.bg.ac.rs/files/R290_-_Razvoj_softvera.pdf)

## Glava 16

# Računarstvo i društvo (I smer)

### 16.1 Cilj predmeta

Stimulisanje studenata da kroz diskusije i kritičko mišljenje potpuno sagledaju ulogu računara i razvoja računarstva kroz istoriju društva i u savremenom društvu. Akcenat kursa se posebno stavlja na uticaj računara na razvoj mladih, na uticaj na decu i na razvitak društva kroz upoznavanje sa različitim etičkim teorijama.

### 16.2 Ishod predmeta

Nakon završetka kursa studenti će ovladati znanjima koja se tiču računarstva u današnje doba. Biće detaljno upoznati sa svim prednostima koje internet pruža, kao i sa svim izazovima korišćenja interneta i računara. Biće obučeni da prezentuju podatke o postojećem stanju kao i da predstavljaju svoje lično mišljenje, stavove i ideje za napredak i dalji razvitak oblasti.

Studenti imaju mogućnost da, osim što savladavaju gradivo predviđeno kursom (zajedničko za sve studente), odaberu i temu seminarskog rada na osnovu naučnog rada posvećenom oblasti koja ih lično zanima. Prezentovana oblast je potrebno da se prirodno nastavlja na sadržaj kursa, čime studenti svi zajedno doprinose kolekciji predavanja i zajedničkog znanja koje se stiče u toku konstruktivističkog pristupa držanja nastavi.

### 16.3 Slični kursevi

1. Computers in Society, Department of Computer Science, University of Oxford <https://www.cs.ox.ac.uk/teaching/courses/2021-2022/CIS/>

### 16.4 Način polaganja

Predispitne obaveze [30 - 60 poena]:

U toku kursa se očekuje stalna interakcija između studenata, kako kroz uživo komunikaciju na času, tako i kroz popunjavanje online formulara koji služe aktiviranju svih studenata kroz davanje ocena drugim predavačima kao i slanje konstruktivnih komentara. Svaki student dobija temu za izlaganje, kreira pitanja za proveru znanja kao i teme za diskusiju. Dodatno, od svakog studenta se očekuje da unese konstruktivne komentare u cilju poboljšanja stila predavanja i same prezentacije svih predavača.

Završni ispit [0 - 30 poena]:

Organizuje se za studente koji ne mogu redovno da prate predavanja i sastoji se od testa od 14 pitanja koja se tiču pređenih oblasti na kursu.



Seminarski rad [40 poena]:

Na osnovu odabranog objavljenog naučnog rada, student sastavlja prezentaciju, tekst seminarskog rada (u LaTeX-u) i pravi poster kojim će predstaviti svoj rad na najbolji način da njime privuče potencijalne slušaoce. U toku izrade seminarskog rada predmetni nastavnik je aktivno uključen kroz davanje komentara i saveta za poboljšanje kako same prezentacije, tako i završnog seminarskog rada i postera.

## 16.5 Predavači

Predavanja: Sana Stojanović Đurđević <http://www.matf.bg.ac.rs/~sana/rid/>

## 16.6 Zvanični opis kursa

[http://www.matf.bg.ac.rs/files/022\\_-\\_Racunarstvo\\_i\\_drustvo.pdf](http://www.matf.bg.ac.rs/files/022_-_Racunarstvo_i_drustvo.pdf)

Deo II

Master studije

## Glava 17

# Geometrijski algoritmi (I smer i R smer)

Kurs „Geometrijski algoritmi“ je kurs koji se na mnogim univerzitetima obično drži pod imenom „Computational geometry“. Kurs se bavi dizajnom, analizom i primenama efikasnih algoritama za geometrijske probleme, obično u ravni ili prostoru. Ovi problemi važni su u mnogim oblastima primene, uključujući grafičke korisničke interfejse, geografske informacione sisteme, računarsku grafiku, geometrijsko modelovanje, itd. Cilj kursa je da upozna studente sa važnim tehnikama i rezultatima računarske geometrije i da im omogući savladavanje teorijskih i praktičnih problema iz raznih oblasti.

Teme uključuju konveksni omotač, svip-algoritme, Delune triangulacije, pseudotriangulacije, Voronoj dijagrame, linearno programiranje, raspoređivanje, podele ravni i prostora, kvodtri, oktri, modelovanje tela, modelovanje terena, planiranje kretanja itd.

### 17.1 Literatura

Skripta: <http://www.matf.bg.ac.rs/~janicic/courses/ga.pdf>

### 17.2 Slični kursevi

- U Berkley (SAD): <http://www.cs.berkeley.edu/~jrs/274/>
- ETH (Zirih, Svacarska): <http://www.ti.inf.ethz.ch/ew/Lehre/CG13/index.html#description>
- U Santa Barbara (SAD): <https://www.cs.ucsb.edu/~suri/cs235/235.html>
- U Aarhus (Danska): <http://www.cs.au.dk/~gerth/cg10/>
- U Maryland (SAD): <http://www.cs.umd.edu/~mount/754/Lects/754lects.pdf>

### 17.3 Predavači

Predavanja: Predrag Janičić <http://www.matf.bg.ac.rs/~janicic>

### 17.4 Zvanični opis kursa

Zvanični opis kursa:

[http://www.math.rs/files/R313\\_-\\_Geometrijski\\_algoritmi.pdf](http://www.math.rs/files/R313_-_Geometrijski_algoritmi.pdf)

– ne drži se ove godine

# Glava 18

## Razvoj softvera 2 (I smer, R smer)

Kurs *Razvoj softvera 2* je kurs koji se na mnogim univerzitetima obično drži pod imenom "Software engineering".

Cilj kursa je da omogući da studenti ovladaju naprednim aktivnostima u razvoju softvera kao složene timske delatnosti. Prilikom realizacije kursa, studenti se upoznaju sa programiranjem na Microsoft .NET platformi. Kurs je strukturiran tako da studenti značajan deo svojih aktivnosti realizuju kroz individualne i timske projekte.

### 18.1 Sadržaj predmeta

Teme uključuju: opis pojma softverskog inženjerstva; principe softverskog inženjerstva; softversko inženjerstvo na webu; softverske procese i modele; specifikaciju, dizajn i implementaciju softvera; validaciju i verifikaciju softvera; evoluciju softvera; inženjering zahteva; zahtevi i dizajn.

Posebna pažnja će biti poklonjena razmatranjima softverske arhitekture (akcentat na arhitektonskim principima uz opis čiste arhitekture, višeslojne arhitekture, servis-orjentisane arhitekture, i arhitekture zasnovane na mikroservisna), dizajnu upravljanim domenom (ograničeni konteksti, servisi i entiteti, agregati i vrednosni objekti, fabrike i repozitorijumi), kao i agilnim metodologijama softverskog razvoja.

### 18.2 Literatura

- Ian Sommerville: Software Engineering, Addison-Wesley, 2011.
- Eric Evans: Domain-Driven Design - Tackling Complexity in the Heart of Software, Addison-Wesley, 2003.
- Cesar de la Torre, Bill Wagner, Mike Rousos: .NET Microservices. Architecture for Containerized .NET Applications, Microsoft, Second Edition

### 18.3 Predavač

Predavanja: Vladimir Filipović <http://www.math.rs/~vladaf>

### 18.4 Zvanični opis kursa

Zvanični opis kursa:

[http://www.math.rs/files/R390\\_-\\_Razvoj\\_softvera\\_2.pdf](http://www.math.rs/files/R390_-_Razvoj_softvera_2.pdf)

# Glava 19

## Verifikacija softvera (I smer i R smer)

### 19.1 Cilj kursa

Brz razvoj i visoka očekivanja korisnika softvera nameću razne izazove u obezbeđivanju odgovarajućeg kvaliteta softvera. Ispravnosti softvera je jedna od ključnih očekivanih karakteristika softvera i ostvaruje se kroz proces verifikacije softvera.

U okviru kursa proučavaju se različite tehnike verifikacije softvera, počevši od dinamičkih pristupa verifikaciji (dinamički pristup podrazumeva analizu ponašanja i osobina programa u fazi njegovog izvršavanja) do naprednih tehnika statičke analize (statički pristup podrazumeva analizu ponašanja i osobina programa bez njegovog izvršavanja). Studenti će se upoznati sa otvorenim problemima oblasti verifikacije softvera, sa osnovnim idejama i pristupima za rešavanje tih problema. Biće predstavljene različite tehnike i algoritmi, kao i neka konkretna rešenja.

Kurs je, u okviru vežbi, praktično orijentisan na savladavanje upotrebe različitih alata za verifikaciju softvera, a na predavanjima se prelaze osnovni koncepti i teorijske osnove oblasti.

Detaljne informacije o kursu mogu se naći na strani kursa:

<http://www.verifikacijasoftera.matf.bg.ac.rs/>

### 19.2 Teme kursa

Kurs obuhvata sledeće teme:

- Osnovi verifikacije, motivacija i primene
- Proces verifikacije i razvoj softvera
- Tehnike testiranja, dinamička analiza i verifikacija
- Alati za profajliranje i debugovanje
- Statička analiza koda kroz preglede
- Modelovanje ponašanja i uslovi ispravnosti programa, teorije za modelovanje programa i njihovi rešavači
- SMT/SAT u verifikaciji softvera
- Tehnike statičke verifikacije softvera
  - Simboličko izvršavanje
  - Proveravanje modela
  - Apstrakcije i profinjavanje vođeno kontraprimerima

- Apstraktna interpretacija
- Kombinovanje statičke i dinamičke verifikacije

## 19.3 Slični kursevi

Slični kursevi, na master ili na doktorskom nivou, nude se na svim većim univerzitetima u svetu. Na primer:

- Oxford University, Software Verification (<https://www.cs.ox.ac.uk/teaching/courses/2009-2010/softwareverification/>)
- ETH Zurich, Software Verification ([http://se.inf.ethz.ch/courses/2015b\\_fall/sv/](http://se.inf.ethz.ch/courses/2015b_fall/sv/))
- EPFL, Synthesis, analysis and verification (<http://edu.epfl.ch/coursebook/en/synthesis-analysis-and-verification-CS-550>).
- Stanford University, Techniques for Program Analysis and Verification (<https://web.stanford.edu/class/cs357/>)
- Massachusetts Institute of Technology
  - Fundamentals of Program Analysis (<https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-820-fundamentals-of-program-analysis-fall-2015/>)
  - Program Analysis (<https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-883-program-analysis-fall-2005/>)
- Harvard University, Advanced Topics in Programming Languages, (<https://www.seas.harvard.edu/courses/cs252/2011sp/>)

## 19.4 Literatura

- Dostupni su snimci svih predavanja na *youtube*-u (link dostupan sa strane kursa), skripta je u izradi
- Detaljni materijali i slajdovi sa predavanja i vežbi se mogu naći na strani kursa <http://www.verifikacijasoftvera.matf.bg.ac.rs/>
- J. Laski, W. Stanley: Software Verification and Analysis. Springer - Verlag, London, 2009.
- J. B. Almeida, M. J. Frade, J. S. Pinto, S. M. de Sousa: Rigorous Software Development (An introduction to Program Verification). Springer - Verlag, London 2011.

## 19.5 Predavači

Predavanja: Milena Vujošević Janičić <http://www.matf.bg.ac.rs/~milena/>

## 19.6 Zvanični opis kursa

[http://www.math.rs/files/R347\\_-\\_Verifikacija\\_softvera.pdf](http://www.math.rs/files/R347_-_Verifikacija_softvera.pdf)

Detaljne informacije o kursu mogu se naći na strani kursa:  
<http://www.verifikacijasoftvera.matf.bg.ac.rs/>

## Glava 20

# Mašinsko učenje (I smer i R smer)

### 20.1 O mašinskom učenju

Mašinsko učenje je oblast veštačke inteligencije koja se bavi izgradnjom računarskih sistema koji uče iz iskustva. Ova oblast je u poslednjih nekoliko godina izuzetno popularna, kako u akademskim krugovima, tako i u industriji. U poslednjoj deceniji, sa razvojem dubokog učenja (eng. deep learning), mašinsko učenje je dovelo do mnogih proboja u oblasti veštačke inteligencije, rezultujući iznenađujućim performansama računarskih sistema, koje prevazilaze uspešnost ljudskih eksperata u nekim domenima. Neka od najzanimljivijih skorašnjih dostignuća u kojima mašinsko učenje igra ključnu ulogu su autonomna vožnja automobila i autonomno upravljanje bespilotnim letelicama, prepoznavanja objekata na slikama, mašinsko prevođenje prirodnih jezika, prepoznavanja govora, modelovanje semantike prirodnih jezika, itd. Jedno od najimpozantnijih dostignuća je pobeda računara nad svetskim šampionom u igri go koja je mnogo teža za automatizaciju od šaha.

### 20.2 Sadržaj kursa

Kurs obuhvata sledeće teme:

- Teorijske osnove mašinskog učenja.
- Osnovne metode nadgledanog mašinskog učenja (poput linearne i logističke regresije, SVM, neuronskih mreža i drugih) i njihove varijante.
- Osnovne metode nenadgledanog mašinskog učenja (poput metoda klasterovanja, autoenkodera, metode glavnih komponenti) i njihove varijante.
- Napredne metode iz oblasti dubokog učenja, uključujući konvolutivne, rekurentne neuronske mreže i generativne suparničke mreže.
- Učenje uslovljavanjem (eng. reinforcement learning), uključujući njegovu popularnu hibridizaciju sa dubokim neuronskim mrežama.
- Optimizacione tehnike u algoritmima mašinskog učenja poput gradijentnog spusta, ADAM-a i drugih.

Osnovne tehnike na kojima se zasnivaju svi prethodno pomenuti prodori se obrađuju među nabrojanim temama. Vežbe su izrazito praktično orijentisane i oslanjaju se na programski jezik Python i biblioteke Keras, TensorFlow, scikit-learn, SciPy, NumPy, pandas, Matplotlib i druge. Neki od problema čija će rešenja biti implementirana na vežbama su mašinsko prevođenje prirodnih jezika, modelovanje njihove semantike, prepoznavanje objekata na slikama, igranje video igara i tako dalje. Kurs je matematički zahtevan, iako pristup matematičkom sadržaju nije strogo formalan. U značajnoj meri se oslanja na znanja iz analize, linearne algebre, analitičke geometrije, verovatnoće i statistike, koja će ukratko biti ponovljena na početku kursa.

## 20.3 Slični kursevi

- Stanford University (<https://see.stanford.edu/Course/CS229>)
- Princeton University (<https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/spring16/cos495/>)
- Massachusetts Institute of Technology (<https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-867-machine-learning-fall-2006/syllabus/>)
- Harvard University (<http://cs181.fas.harvard.edu/>)
- Oxford University (<https://www.cs.ox.ac.uk/teaching/courses/2014-2015/ml/index.html>)

## 20.4 Literatura

- Mladen Nikolić, Anđelka Zečević, Mašinsko učenje, u pripremi.
- Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman, The Elements of Statistical Learning, Springer, 2008.
- Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, Deep Learning, MIT Press, 2016.
- Richard Sutton, Andrew Barto, Reinforcement Learning, An Introduction, MIT Press, 2012.

## 20.5 Predavači

- Predavanja: Mladen Nikolić (<http://www.matf.bg.ac.rs/~nikolic>)



# Glava 21

## Uvod u bioinformatiku (I smer i R smer)

Cilj predmeta *Uvod u bioinformatiku* je da omogući razumevanje tipova i izvora podataka koji su na raspolaganju računarskoj biologiji, razumevanje značajnih informatičkih problema u molekularnoj biologiji kao i značajnih i interesantnih algoritama. Proučavanje bioinformatike, između ostalog, omogućuje da se koriste neke od najzanimljivijih računarskih tehnika kao i da se razumeju duboke misterije života i oboljevanja (na primer: parkinsonizam - potraga za lekom koji proizvodi protein dopamin; Alchajmerova bolest - razlike u nukleotidnom sastavu specifičnog gena; Hantingtonov poremećaj - mutacije sa umnoženim brojem nukleotidnih ponovaka, itd.)

Program predmeta uključuje osnovne pojmove molekularne biologije, biološke, biohemijske i biomedicinske baze podataka, algoritme poravnanja niski, Markovljeve modele, skrivene Markovljeve modele (MM/HMM), stohastičke gramatike, metode simulacije u modeliranju bioloških fenomena, sekvencionisanje i spajanje (asembliranje) genoma, istraživanje podataka (Data mining) i istraživanje teksta (Text minig) u bioinformatici itd.

### 21.1 Slični kursevi

Slični predmeti (na master i doktorskom nivou, uglavnom) predaju se na gotovo svim većim univerzitetima u svetu, npr.

- Johns Hopkins
- Stanford University, USA,
- Boston Univerisity, USA,
- University of Copenhagen
- The University of Edinburgh

### 21.2 Literatura

- Bioinformatics Algorithms: An Active Learning Approach, A. Pevzner and P. Compeau, Active Learning Publishers, 2014.
- Biological sequence analysis: Probabilistic models of proteins and nucleic acids, R. Durbin, S. Eddy, A. Krogh, G. Mitchison, Cambridge University Press, 1998
- Algorithms on Strings, Trees, and Sequences, Computer Science and Computational Biology, Dan Gusfield, Cambridge University Press, 1997

- Algorithmic Aspects of Bioinformatics, Hans-Joachim Böckenhauer, Dirk Bongartz, Springer, 2007
- za odmor i razonodu - popularna: Genome, the autobiography of a species in 23 chapters, Matt Ridley

## 21.3 Predavači

Jovana Kovačević <http://www.matf.bg.ac.rs/~jovana>

## 21.4 Detaljnije informacije o kursu

[www.bioinformatika.matf.bg.ac.rs](http://www.bioinformatika.matf.bg.ac.rs)

## 21.5 Zvanični opis kursa

Zvanični opis kursa:

[http://www.math.rs/files/R309\\_-\\_Uvod\\_u\\_bioinformatiku.pdf](http://www.math.rs/files/R309_-_Uvod_u_bioinformatiku.pdf)

## Glava 22

# Istraživanje podataka u bioinformatiči (I smer)

### 22.1 Cilj predmeta

Upoznavanje sa metodama i tehnikama istraživanja podataka koje se primenjuju u bioinformatiči.

### 22.2 Ishod predmeta

Po završetku kursa student je osposobljen da primenom metoda istraživanja podataka analizira različite biološke podatke (genomskog ili proteinskog porekla, kao i mikronizove)

### 22.3 Predavač

Predavanja: Nenad Mitić <http://www.matf.bg.ac.rs/~nenad>

### 22.4 Zvanični opis kursa

[http://www.matf.bg.ac.rs/files/R376\\_MASI1\\_2019.doc](http://www.matf.bg.ac.rs/files/R376_MASI1_2019.doc)

## Glava 23

# Naučno izračunavanje (I smer i R smer)

### 23.1 O kursu

Naučno izračunavanje (eng. scientific computing) je multidisciplinarna oblast koja se fokusira na rešavanje praktičnih problema u naučnim i inženjerskim disciplinama. Kurs se u velikoj meri bavi numeričkim metodama, ali je akcenat na raznovrsnosti praktičnih primena tih metoda, a ne na formalnoj analizi njihovih svojstava. Sadržaj kursa se može podeliti u sledeće oblasti:

- Rešavanje problema matematičkim metodama, što uključuje diskusiju koraka matematičkog modelovanja i rešavanja problema i pojmove aproksimacije, grešaka, stabilnosti, uslovljenosti i regularizacije. Modeluju se praktični problemi poput uklanjanja šuma u signalu, prepoznavanja tema u tekstualnim dokumentima i prepoznavanja vrsta reči u tekstu.
- Aproksimacija funkcija, uključujući metod najmanjih kvadrata, Furijeovu analizu, konvoluciju, talasiće i neuronske mreže. Diskutuju se i/ili implementiraju rešenja problema poput uklanjanja zamućenja na slikama, panoramskog uklapanja slika, rada GPS-a, JPEG kompresije, filtriranja signala, prepoznavanja zvučnih zapisa (aplikacija Shazam), rada radara, računске tomografije, klasifikacije slika i drugih.
- Numerička linearna algebra, uključujući dekompozicije matrica i pronalaženje sopstvenih vektora matrica. Diskutuju se i/ili implementiraju rešenja problema poput rangiranja veb strana po značaju (algoritam PageRank), ekstrakcije ključnih reči u tekstu (LexRank), pretraživanja informacija u dokumentima, prepoznavanja lica na slikama, predviđanja veza u društvenim mrežama, preporučivanja filmova korisnicima i drugih.
- Matematička optimizacija, uključujući metode neprekidne lokalne optimizacije prvog i drugog reda sa i bez ograničenja i egzaktne i heurističke metode kombinatorne optimizacije. Diskutuju se i/ili implementiraju rešenja problema poput optimizacije investicionog portfolija, optimizacije rada gasovoda, optimizacije resursa gradilišta, optimizacije ishrane sa stanovišta nutritivnih unosa i drugih.

Vežbe su izrazito praktično orijentisane i oslanjaju se na programski jezik Python i biblioteke Keras, scikit-learn, SciPy, NumPy, pandas, Matplotlib i druge. Kurs se oslanja na znanja iz analize, linearne algebre, analitičke geometrije, verovatnoće i statistike.

### 23.2 Slični kursevi

- Stanford University (<https://summer.stanford.edu/course/cme-108/>)
- Massachusetts Institute of Technology (<https://ocw.mit.edu/courses/mathematics/18-085-computational-science-syllabus/>)

- Harvard University ([http://iacs-courses.seas.harvard.edu/courses/am205/am205\\_syl.pdf](http://iacs-courses.seas.harvard.edu/courses/am205/am205_syl.pdf))
- New York University (<http://www.cs.nyu.edu/courses/spring09/G22.2112-001/>)

### 23.3 Literatura

- Mladen Nikolić, Anđelka Zečević, Naučno izračunavanje, <http://ni.matf.bg.ac.rs/materijali/ni.pdf>.
- Strana kursa sa materijalima: <http://ni.matf.bg.ac.rs>

### 23.4 Predavači

- Predavanja: Mladen Nikolić (<http://www.matf.bg.ac.rs/~nikolic>)

## Glava 24

# Automatsko rezonovanje (I smer i R smer)

Automatsko rezonovanje predstavlja granu računarstva, veštačke inteligencije i matematičke logike koja se bavi proučavanjem raznih aspekata rasuđivanja i deduktivnog zaključivanja i izradom računarskih programa i sistema koji omogućavaju računarima da izvode zaključke potpuno ili skoro potpuno automatski. Osnovne primene automatskog rezonovanja su u formalizaciji matematike i izradi automatskih i interaktivnih dokazivača matematičkih teorema, ali i u verifikaciji hardvera i softvera.

Predavanja u okviru predmeta imaju uglavnom teorijski karakter i predstavljaju rezultate matematičke logike koji se primenjuju u okviru automatskog rezonovanja, dok su vežbe potpuno praktično orijentisane i bave se implementacijom algoritama automatskog rezonovanja u jeziku C++. Kolokvijum i praktični deo ispita zahtevaju praktično programiranje, a važan deo kursa je i seminarski rad koji podrazumeva implementaciju određenih algoritama automatskog rezonovanja.

### 24.1 Sadržaj predmeta

- Iskazna logika i problem SAT: Cajtinova transformacija u KNF, klasična DPLL procedura, CDCL SAT rešavači, metoda rezolucije za iskaznu logiku. Teorema kompaktnosti.
- Logika prvog reda: Erbranova teorema i Gilmorova procedura, metoda rezolucije sa unifikacijom, tablo sa unifikacijom. Teorema kompaktnosti. Skolem-Lovenhajmova teorema.
- Deduktivni sistemi (Hilbertovi sistemi, prirodna dedukcija, račun sekvenata, interaktivni dokazivači teorema).
- Logika prvog reda sa jednakošću: aksiome jednakosti, normalni modeli, Birkhofov sistem i Birkhofova teorema, kongruentno zatvorenje i Nelson-Openova procedura, prezapisivanje (konfluentnost, uređenja svođenja, Knut-Bendiksova procedura upotpunjavanja). Paramodulacija i superpozicija.
- Odlučivost, procedure odlučivanja i SMT rešavači: DPLL(T), SMT teorije i procedure (LRA/LIA - Furije Mockinova procedura, Simpleks, EUF, Bitvektori, Teorija nizova, Induktivni tipovi podataka). Tretman kvantifikatora (instanciranje, eliminacija). Primene SMT rešavača.
- Dometi automatskog rezonovanja.

### 24.2 Literatura

- John Harrison, Handbook of Practical Logic and Automated Reasoning, Cambridge University Press, 2009.

- Predrag Janičić, Matematička logika u računarstvu, Matematički fakultet, 2004.
- Alan Robinson, Andrei Voronkov, eds. Handbook of Automated Reasoning, MIT press, 2001.

## 24.3 Predavači

Predavanja: Milan Banković (<http://www.matf.bg.ac.rs/~milan>)

## 24.4 Zvanični opis kursa

[http://www.math.rs/files/R306\\_-\\_Automatsko\\_rezonovanje.pdf](http://www.math.rs/files/R306_-_Automatsko_rezonovanje.pdf)

## Glava 25

# Teorija izračunljivosti (I smer i R smer)

Zvanični opis kursa:

[http://www.math.rs/files/R319\\_-\\_Teorija\\_izracunljivosti.pdf](http://www.math.rs/files/R319_-_Teorija_izracunljivosti.pdf)



## Glava 26

# Konstrukcija i analiza algoritama 2 (I smer i R smer)

### 26.1 Teme

**Sortiranje** — Sortiranje višestrukim razvrstavanjem, algoritam sortiranja linearne složenosti, izvođenje ocene prosečne složenosti tog algoritma.

**Probabilistički algoritmi** — Algoritam za nalaženje elementa iz gornje polovine, probabilistički (Las Vegas) algoritam za bojenje elemenata skupa, generatori pseudoslučajnih brojeva.

**Strukture podataka za obradu niski** — Sufiksni niz, niz *lcp*, sufiksno stablo, primene.

**Grafovi** — Uparivanje u gustim, bipartitnim grafovima, transportne mreže. Traženje Hamiltonovog ciklusa u gustom grafu.

**Redukcije (svodenja)** — Primeri (ciklički uređen niz, upoređivanje nizova), redukcije na linearno programiranje, primena redukcija na određivanje donjih granica složenosti algoritama (nalaženje prostog mnogougla, množenje simetričnih matrica, kvadriranje matrice).

**NP kompletni problemi** — Kukova teorema, dokazi NP kompletnosti (pokrivač grana, dominirajući skup, klike, 3-SAT, 3-objektivost grafa, zbir podskupa).

**Približni algoritmi sa garancijom kvaliteta rešenja** — Dominirajući skup, 1D-pakovanje, euklidska varijanta problema trgovačkog putnika, pokrivanje skupa podskupovima. Dokaz nepostojanja približnog rešenja za opšti problem trgovačkog putnika.

**Paralelni algoritmi** — Modeli paralelnih računara, karakteristike paralelnih algoritama. Algoritmi za računare sa zajedničkom memorijom: EREW algoritam za paralelno sabiranje, EREW i CRCW algoritmi za nalaženje najvećeg člana niza, paralelni prefiks, rangovi u povezanoj listi, tehnika Ojlerovog ciklusa. Algoritmi za mreže računara: sortiranje na nizu, kola za sortiranje,  $k$ -ti najmanji na stablu, množenje matrica na mreži, sistolički algoritmi.

### 26.2 Literatura

1. T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, *Introduction to Algorithms* The MIT Press, Cambridge, 2001.
2. M. Živković, *Algoritmi*, Matematički fakultet, Beograd, 2000.

## 26.3 Predavači

Predavanja: Miodrag Živković <http://www.matf.bg.ac.rs/~ezivkovm>

## 26.4 Zvanični opis kursa

Zvanični opis kursa:

[http://www.math.rs/files/R310\\_-\\_Konstrukcija\\_i\\_analiza\\_algoritama\\_2.pdf](http://www.math.rs/files/R310_-_Konstrukcija_i_analiza_algoritama_2.pdf)

## Glava 27

# Informacioni sistemi (I smer i R smer)

Kurs "Informacioni sistemi" je posvećen upoznavanju problema projektovanja i implementacije informacionih sistema. Predviđeno je upoznavanje studenata sa pojmom, značajem, oblicima i vrstama informacionih sistema i metodama i tehnikama njihovog razvoja i praktična primena razvojnih alata za analizu, projektovanje i implementaciju.

### 27.1 Sadržaj predmeta

Sadržaj predmeta:

- Pojam informacionih sistema. Informacije i IS u savremenom društvu. Socijalna dimenzija, funkcije, struktura.
- Metodologije razvoja IS. Vrste metodologija. Životni ciklus, podaci, procesi, ljudi, organizacija. Strukturne metodologije i OO metodologije. OOAD. RUP.
- Tehnike razvoja informacionih sistema. Procesne tehnike. OO tehnike. UML. Dijagrami UML-a. BPMN.
- Arhitektura informacionih sistema. Arhitekture orijentisane prema servisima (SOA).
- Bezbednost informacija i IS. Privatnost informacija i IS. Etičke, ekonomske i društvene posledice primene IS.

### 27.2 Literatura

1. Avison, Fitzgerald, Information Systems Development: Methodologies, Techniques and Tools, 4.ed, McGraw Hill, 2006.
2. Dennis, Wixom, Roth, Systems Analysis and Design 3.ed., John Wiley & Sons, Inc.

### 27.3 Predavači

Predavanja: Saša Malkov <http://www.matf.bg.ac.rs/~smalkov>

### 27.4 Zvanični opis kursa

[http://www.math.rs/files/R392\\_-\\_Informacioni\\_sistemi.pdf](http://www.math.rs/files/R392_-_Informacioni_sistemi.pdf)

## Glava 28

# Istraživanje podataka B (R smer)

Za studente master studija smera Računarstvo i informatika u školskoj 2018/2019 godini koji nisu slušali predmet *Istraživanje podataka 1* se preporučuje da ovaj predmet *Istraživanje podataka B* slušaju po planu predmeta *Istraživanje podataka 1* koji je prethodno opisan kao izborni predmet na osnovim studijama smera za Računarstvo i informatiku.

Za studente master studija smera Računarstvo i informatika u školskoj 2018/2019 godini koji su slušali predmet *Istraživanje podataka 1*, sadržaj predmeta *Istraživanje podataka B* u potpunosti odgovara sadržaju *Istraživanje podataka 2* koji je prethodno opisan kao izborni predmet na osnovim studijama smera za Informatiku.

## Glava 29

# VLSI superračunari (I smer i R smer)

### 29.1 Predavač

Predavanja: Veljko Milutinović

Veljko Milutinović je gostujući profesor na Beogradskom univerzitetu sa Indiana University in Bloomington. Bio je profesor na ETF u Beogradu, gde je diplomirao, magistrirao i doktorirao. Do doktorata je radio u Institutu Mihajlo Pupin. Nakon doktorata je izabran za docenta na univerzitetu Purdue u SAD, gde je proveo oko jedne decenije, pre nego što se vratio na ETF u Beogradu. Ima preko 100 radova u IEEE i ACM casopisima, preko 1000 WoS citata, kao i oko 4000 Google Scholar citata. Član je CANU i Evropske Akademije koju su formirali Britansko Kraljevsko Društvo, Nemačka Nacionalna Akademija Leopoldina (Academia Europaea) i RijksBank u Stokholmu. U međunarodnom društvu IEEE ima status Life Fellow.

Vežbe: Jelena Marković [http://www.matf.bg.ac.rs/~jelena\\_markovic/](http://www.matf.bg.ac.rs/~jelena_markovic/)

### 29.2 Zvanični opis kursa

Zvanični opis kursa:

[http://www.matf.bg.ac.rs/files/R326\\_MASI1\\_2019.doc](http://www.matf.bg.ac.rs/files/R326_MASI1_2019.doc)

# Glava 30

## Kriptografija (I smer i R smer)

### 30.1 Sadržaj kursa

1. Uvod
2. Osnovni pojmovi
3. Istorija
4. Pregled osnova teorije brojeva
5. Jednostavni šifarski sistemi
6. Konačna polja
7. Protočne šifre, RC4
8. Samosinhronišuća protočna šifra
9. Slučajna šifra
10. Konačna polja II
11. AES
12. Načini korišćenja blokovskih šifri
13. Napadi na blokovske šifre
14. Aritmetički algoritmi
15. Sistemi sa javnim ključem
16. Eliptičke krive nad konačnim poljem, šifarski sistemi
17. Hesh funkcije, MD5, kodovi za autentikaciju (MAC)
18. Potpisi i autentikacija
19. Primene kriptografije: PKI, sertifikati, bezbednost na internetu (TLS, IPSEC), vremenski pečat, Kerberos, upravljanje ključevima, bitcoin, deljenje tajne
20. Kriptoanaliza — osnovni pojmovi
21. Napad na Vižnerovu shifru

22. Kriptoanaliza modernih protočnih šifara: generator  $b/p$ , pomerački registar sa linearnom povratnom spregom
23. Napadi na blokvske šifre: linearna i diferencijalna kriptoanaliza
24. Napadi na asimetrične sisteme: faktorizacija, Polardov  $\rho$ -metod, problem diskretnog logaritma
25. Faktorizacija: Fermaov metod, baza faktora, faktorizacija pomoću verižnih razlomaka, pomoću eliptičkih krivih, sito u polju brojeva
26. Rešavanje problema diskretnog logaritma u konačnom polju

## 30.2 Literatura

Lekcije E. Schaefera (Univerzitet Santa Klara u Kaliforniji) *An introduction to cryptography* <http://math.scu.edu/~eschaefer/crylec.pdf>.

Prevod ovih lekcija, sa dodatim zadacima:

<http://poincare.matf.bg.ac.rs/~ezivkovm//nastava/kripto.pdf>

## 30.3 Predavač

Predavanja: Miodrag Živković <http://www.matf.bg.ac.rs/~ezivkovm>

## 30.4 Zvanični opis kursa

Zvanični opis kursa:

<http://www.matf.bg.ac.rs/files/Kriptografija-I2.pdf>