

Doktorski kursevi

Algoritmi, kombinatorika i optimizacija

Računarski fakultet (RAF) u saradnji sa Matematičkim institutom SANU organizuje sledeće doktorske kurseve, čiji se opis nalazi dole:

Teorija grafova
Linearno i celobrojno programiranje
Kombinatorna optimizacija
Dizajn i analiza algoritama
Teorija kompleksnosti

Ovi kursevi su od izuzetne važnosti svim studentima koji planiraju da se bave istraživanjem iz bilo koje oblasti algoritama, kombinatorike i optimizacije (a takođe su akreditovani na RAFu u okviru doktorskih studija *Algoritmi, kombinatorika i optimizacija*). Ove tri oblasti su se razvijale neverovatnom brzinom poslednjih nekoliko decenija zbog sveobuhvatnih primena u modernom tehnološkom društvu. Njihov razvoj je često bio povezan, istraživači iz sve tri oblasti su međusobno saradivali, koristeći se međusobnim metodama, ostvarujući ključna dostignuća u oblasti razvoja novih algoritama. Prvi fakultet u svetu koji je prepoznao potrebu da studenti ove multidisciplinarne oblasti steknu znanje iz sve tri oblasti je Carnegie Mellon University koji je 1989. osnovao prve doktorske studije iz Algoritama, kombinatorike i optimizacije <http://aco.math.cmu.edu/index.html>.

Kursevi su besplatni i otvoreni svim postdiplomskim studentima. S obzirom da su kursevi namenjeni studentima iz različitih oblasti, oni su svi dizajnirani da ne podrazumevaju predznanje iz date oblasti, već da na uvodnom, doktorskom nivou upoznaju studente sa terminologijom, metodama i osnovnim dostignućima date oblasti.

Do sad su održana 4 kursa, koje su pohađali studenti RAFa, Saobraćajnog fakulteta u Beogradu, PMFa u Kragujevcu, FTNa u Novom Sadu, PMFa u Beogradu, ETFa u Beogradu i Ekonomskog fakulteta u Subotici. **U letnjem semestru 2011/12 će se održati kurs iz Teorije kompleksnosti.**

Molim sve zainteresovane studente da se prijave slanjem poruke na kvuskovic@raf.edu.rs.

Kristina Vušković
Organizator doktorskih kurseva iz algoritama, kombinatorike i optimizacije
Računarski fakultet

OPIS KURSEVA

Kurs: Teorija grafova

Predavač (letnji semestar 2009/10): Kristina Vušković, Računarski fakultet, Beograd i School of Computing, University of Leeds, UK

Sadržaj:

Kurs pokriva sve osnovne koncepte i rezultate u oblasti, kao što su: Turanova teorema, stabla (Keplijeva formula, razapeta stabla, Kruskalov i Primov algoritam), najkraći put (Dijkstraov algoritam), Ojlerovi i Hamiltonovi grafovi, planarni grafovi (Teorema Kuratovskog), sparivanje u grafovima (Holova teorema, Konigova teorema, perfektno sparivanje), povezanost (Mengerova Teorema), bojenje grafova (Brukova teorema, Vizingova teorema).

Literatura:

1. J. A. Bondy and U.S.R. Murty, *Graph Theory*, Series: Graduate Texts in Mathematics, Vol. 244, Springer, 2008.
2. Douglas West, *Introduction to Graph Theory*, Second Edition, Prentice Hall, 2001.

Kurs: Linearno i celobrojno programiranje

Predavač (zimski semstar 2010/11): Jozef Kratica, Matematički institut SANU

Sadržaj:

Linearno programiranje (simpleksna metoda, teorija dualnosti, analiza osetljivosti, metode unutrašnje tačke, metode dekompozicije), teorija poliedara (definicija i dimenzija poliedara, opis poliedara upotrebom preseka, opis poliedara upotrebom tačaka i ekstremnih zraka, polarnost, poliedarne veze između linearnih i celobrojnih programa), celobrojno programiranje (teorija validnih nejednakosti, valjane nejednakosti za 0-1 knapsack politopovi, validne nejednakosti za politop simetričnog putujućeg trgovca, Lagranžova relaksacija i dualnost, grananje i organičavanje upotrebom relaksacija linearnog programiranja, generalisani algoritmi presečne ravni).

Literatura:

1. V. Chvátal, *Linear Programming*, Freeman, 1983.
2. A. Schrijver, *Theory of Linear and Integer Programming*, Wiley, 1986.
3. L.A. Wolsey, *Integer Programming*, Wiley, 1998.
4. G. L. Nemhauser and L.A. Wolsey, *Integer and Combinatorial Optimization*, Wiley, 1999.

Kurs: Kombinatorna optimizacija

Predavač (letnji semestar 2010/11): Nebojša Gvozdenović, Ekonomski fakultet Subotica, i gostujući predavač Janez Povh, Fakultet za informacione studije, Novo mesto, Slovenija

Sadržaj:

Šta je kombinatorna optimizacija, koji su to glavni optimizacioni problemi na grafovima, kako se modelira problem celobrojnim linearnim programom i šta je i kako se koristi relaksacija celobrojnog programa.

Problem najkraćeg puta u grafu, nenegativne cene na granama, bez negativnih kontura, Dijkstra algoritam, razapinjuća stabla, primene.

Bipartitni grafovi: problemi sparivanja i prekrivanja, dogradivi putevi, Teoreme König-a, najbrojnije sparivanje u bipartitnom grafu, najteže sparivanje (grane grafa sa težinama), politop sparivanja, primene.

Teorema Mengera, mrežni protoci, maksimalan protok, Teorema Hoffmana, najjeftiniji protok, primene.

Sparivanja (generalni slučaj, ne bipartitni), formula Tutte-Berge, najbrojnije sparivanje algoritam Edmonds-a, najteže sparivanje, politop sparivanja

Klike, stabilni skupovi čvorova i problemi bojenja, teorema 4 boje, Brooks-ova teorema, bojenje grana, perfektni grafovi, primene

Mrežni protoci sa više roba, disjunktni putevi, sa dve robe, disjunktni putevi u acikličnim orijentisanim grafovima, disjunctni u smislu čvorova i u smislu grana, tehnika generisanja kolona za rešavanje problema protoka sa više roba, primene.

Kako dobiti bolju aproksimaciju za konveksni omotač diskretnog skupa dopustivih rešenja od standardne relaksacije celobrojnog linearnog programa, podizanje u prostor veće dimenzije i projekcije, kopozitivno, semidefinitno i polinomno programiranje u službi kombinatorne optimizacije, rezultati za MAX CUT (Goemans-Williamson), stepen stabilnosti grafa i hromatski broj grafa (Lovász).

Literatura:

1. C. H. Papadimitriou and K. Steiglitz, *Combinatorial optimization; algorithms and complexity*, Dover Publications, 1998.

2. A. Schrijver, *A Course in Combinatorial Optimization*

<http://homepages.cwi.nl/~lex/files/dict.pdf>

3. A. Schrijver, *Combinatorial Optimization: Polyhedra and Efficiency*, Springer, 2003.

Kurs: Dizajn i analiza algoritama

Predavač (letnji semestar 2010/11): Dragan Urošević, Računarski fakultet, Beograd i Matematički institut SANU

Sadržaj:

Pojam algoritma. Dizajn i analiza algoritma. Dokazivanje korektnosti i ocenjivanje složenosti. Algoritamske paradigme: podeli pa vladaj, pohlepni algoritmi, dinamičko programiranje. Obilazak grafa u dubinu i algoritmi zasnovani na njemu: odredjivanje

artikulacionih tačaka, određivanje mostova, određivanje komponenti dvostruke povezanosti, jako povezane komponente. Obilazak grafa u širinu. Najkraća rastojanja u grafu. Minimalno povezujuće stablo. Fibonačijev heap. Binomijalni heap. Splay stabla. Mrežni protok – detalji implementacija najefikasnijih algoritama, maksimalni protok sa minimalnom cenom. Uparivanje u grafu: uparivanje maksimalne kardinalnosti, maksimalno težinsko uparivanje. Kompjuterska geometrija: konveksni omotač, Trijangulacija poligona, Voronoi dijagram, Delaunaj trijangulacija. Heširanje: perfektno heširanje. Algoritmi za uparivanje reči (string matching). Strukture podataka prilagođene konkretnim primenama – obim zavisi od vremena.

Literatura:

1. T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest and C. Stein, *Introduction to Algorithms*, MIT Press, 2001 and McGraw-Hill, 2001.
2. J. J. {a}j {a}, *An Introduction to Parallel Algorithms*, Addison Wesley, 1992.
3. D. Knuth, *The Art of Computer Programming: Seminumerical Algorithms*, Addison Wesley, 1998.
4. R. Sedgewick and P. Flajolet, *Introduction to the Analysis of Algorithms*, Addison Wesley, 1996.

Kurs: Teorija kompleksnosti

Predavač (letnji semestar 2011/12): Dragan Urošević, Računarski fakultet, Beograd i Matematički institut SANU

Sadržaj:

Rekurzivne funkcije. Turingove mašine i njihovi jezici. Definicija kompleksnosti algoritma. Vremenska i prostorna kompleksnost. Klase kompleksnosti. Primeri polinomnih algoritama. Redukcije. P=NP pitanje. NP-kompletni problemi, primeri. Klasa coNP. Prostorna kompleksnost. Savičeva teorema. Klase L i NL. Klasa Pspace, pobedničke strategije. Problemi prebrajanja. Verovatnosni algoritmi. Klase BPP, RP i coRP. Derandomizacija. Mali uzorački prostori. Aproksimativni algoritmi. Klasa NPO.

Literatura:

1. C. Papadimitriou, *Computational Complexity*, Addison Wesley Longman, 1995.
2. L.A. Hemaspaandra and M. Ogihara, *The Complexity Theory Companion*, Springer, 2002.
3. D.P. Bovet and P. Crescenzi, *Theory of Computational Complexity*, Prentice Hall, 1994.