

Vilniaus Universitetas
Matematikos ir informatikos institutas
Matematikos ir informatikos fakultetas

Informatikos doktorantūros sando
„Informatikos matematiniai metodai“
išplėstinis aprašas

Rengė:

Prof. dr. A. Čaplinskas
Dr. J. Žilinskas
Prof. dr. R. Baronas

2011

INFORMATIKOS KRYPTIES DOKTORANTŪROS STUDIJŲ SANDO IŠPLĖSTINIS APRAŠAS

Mokslo šaka: 09P (Informatika)

Pavadinimas

Teoriniai informatikos metodai

Būtinasis pasirėngimas modulio studijoms

Modulio studijoms yra reikalingos magistro lygmens informatikos ir matematikos kursų žinios, teikiamos informatikos specialybių studentams.

Pagrindinis tikslas

Supažindinti doktorantus su svarbiausiais informatikos matematiniais metodais, kuriuos privalu žinoti bet kuriam informatikos mokslo srityje dirbančiam mokslininkui. Išryškinti matematikos, kaip teorinių informatikos pagrindų reikšmę, parodyti, kaip svarbiausios informatikos sąvokos (reliacinės duomenų bazės, objektinė paradigma ir kt.) ir susietos su šiais pagrindais,

Suteikiamos žinios ir gebėjimai

Išstudijavęs šį kursą, doktorantas privalo įgyti minimumą teorinių žinių, būtinų dirbti mokslinį darbą informatikos srityje.

Anotacija (500-600 simbolių)

Sande nagrinėjami diskrečiosios matematikos, matematinės logikos, algoritmų teorijos, grafų teorijos, automačių teorijos, formaliųjų kalbų teorijos, optimizavimo teorijos, matematinės statistikos, matematinio modeliavimo ir analizės metodai, naudojami informatikoje. Aptariamose tų metodų praktinio taikymo problemos.

Temos

Eil.Nr.	Pavadinimas
1	Aibių ir ryšių teorijos metodai
2	Abstrakčiosios algebros metodai.
3	Grafų teorijos metodai
4	Matematinės logikos ir formaliųjų sistemų teorijos metodai
5	Automatų ir algoritmų teorijos metodai
6	Sudėtingumo teorijos metodai.
7	Optimizavimo teorijos metodai
8	Matematinės statistikos metodai
9	Matematinio modeliavimo ir analizės metodai

Žinių ir gebėjimų įvertinimo tvarka:

Taikoma dešimties balų kriterinė skalė. Semestro savarankiško darbo užduotys vertinamos pažymiu, egzamino metu nustatomas galutinis pažymys, atskirus pažymius padauginant iš svertinio koeficiento ir sandaugas susumuojant. Egzamino metu doktorantai privalo pademonstruoti, kad jie yra įvaldę bazinių matematinėjų sąvokų, kuriomis grindžiama šiuolaikinė informatika, sistemą, geba ja operuoti, suvokia šių sąvokų ir bazinių informatikos sąvokos sąryšius, žino kokiose situacijose ir kokiems tikslams tikslinga naudoti matematinis metodus informatikoje. Konkrečių techninių detalių žinojimas nėra reikalaujamas. Egzamino metu egzaminavimo komisija, kiekvienam doktorantui pateikia po 3 klausimus. Atsakinėjama žodžiu. Duodamos 2 valandos pasiruošti. Ruošiantis atsakinėti, doktorantai gali naudotis knygomis ir kitais informacijos šaltiniais, įskaitant internetą. Atsakinėjant, komisija gali užduoti papildomus klausimus, kurie, komisijos nuomone, leidžia patikrinti, kiek giliai doktorantas suvokia kurso medžiagą.

Pagrindinė literatūra

Eil.Nr.	Literatūros šaltinio pavadinimas
1.	G. Mazzola, G. Milmeister, J. Weissmann (2006). Comprehensive Mathematics for Computer Scientists 1: Sets and Numbers, Graphs and Algebra, Logic and Machines, Linear Geometry. Springer
2.	G. Mazzola, G. Milmeister, J. Weissmann (2006). Comprehensive Mathematics for Computer Scientists 2: Calculus and ODEs, Splines, Probability, Fourier and Wavelet Theory, Fractals and Neural Networks, Categories and Lambda Calculus. Springer
3.	J. Kleinberg, É. Tardos (2005). Algorithm Design. Addison Wesley
4.	D. P. Maki, M. Thompson. <i>Mathematical modeling and computer simulation</i> , Belmont: Thomson Brooks/Cole, 2006
5.	G. Dzemyda, V. Šaltenis, V. Tiešis (2007). Optimizavimo metodai. Matematikos ir informatikos institutas.
6.	A. Žilinskas (2000) Matematinis programavimas. Vytauto Didžiojo universitetas.

Papildoma literatūra

Eil.Nr.	Literatūros šaltinio pavadinimas
1.	M. Huth, M. Ryan (2004). Logic in Computer Science: Modelling and Reasoning about Systems. Cambridge University Press.
2.	V. Spersneider, G. Antoniou (1991). Logic: A Foundation for Computer Science (International Computer Science Series), Addison-Wesley Longman Publishing.

Įvadinė literatūra

Eil.Nr.	Literatūros šaltinio pavadinimas
1.	A. Krylovas (2005). Diskrečioji matematika. Technika
2.	K. Plukas, E. Mačikėnas, B. Jarašiūniemė, I. Mikuckienė (2005). Taikomoji diskrečioji matematika. Technologija
3.	R. Grigutis (1996). Baigtinės algebrinės struktūros. Vilniaus universiteto leidykla
4.	S. Maciulevičius. Baigtinių automatų teorija. http://ifko.ktu.lt/~stama/KompTeorMag/Komp_Teorija.htm

Koordinuojantieji dėstytoji

Pareigos	Mokslo laipsnis, vardas, pavardė
Vyriaus.mokslo darb.	prof. dr. A. Čaplinskas
Vyriaus.mokslo darb.	dr. J. Žilinskas

Kameninis padalinys, šakiniai padaliniai

Pavadinimas	Kodas *
Matematikos ir informatikos institutas, Programų sistemų inžinerijos skyrius, Sistemų analizės skyrius	

Studijų modulio vedimo forma ir būdas |

Semestras *		Studijų forma *	Studijų būdas					Kreditai
R	P		T	K	TR	S	Iš viso val.	
		D	64	32		64	160	4

Dėstomoji kalba:

lietuvių	L	anglų	A		Kita oficiali ES kalba	
----------	---	-------	---	--	------------------------	--

Užsiėmimų planas

Temos Nr.	Akademinės valandos				Temos Nr.	Akademinės valandos			
	T	K	TR	S		T	K	TR	S
1					6				
2					7				
3					8				
4					9				
5									
Viso:					Viso:				

Savarankiško darbo užduočių grafikas ir jų įtaka galutiniam pažymiiui

Užduoties tipas	1 variantas	2 variantas	3 variantas
Kolokviumas	-	-	-
Pranešimai moksl. seminare	-	40	-
Moksliniai referatai	24	-	-
Tyrimai	-	-	-
Mokslinis straipsnis	-	-	-
Egzaminas	40	24	64
Iš viso:	64	64	64

Aprašo sudarymo data 2011 m. sausis

* - pildyti nebūtina

T-teorija (paskaitos); K – konsultacijos; TR – tyrimai; S – savarankiškas darbas, D – dieninė; R – rudens, P – pavasario

Modulio temų detalizavimas

1. Aibių ir ryšių teorijos metodai

- 1.1. Aibių apibrėžtis (aibės samprata, tuščioji aibė, universalioji aibė, poaibis, aibės poaibių poaibis, aibių apibrėžties būdai, aksiomatinė ir konstruktyvioji aibės apibrėžtis, intensionalinės ir ekstensionalinės aibės).
- 1.2. Tipai ir klasės (barzdaskučio paradoksas, tipo samprata, abstraktaus tipo samprata, klasės samprata, koncepto samprata, koncepto, klasės ir tipo skirtumai, tipų hierarchija, paveldėjimas, išimtys).
- 1.3. Begalinės aibės (aibės galia, dviejų aibių galios palyginimas, begalinių aibių ypatumai, dalies ir visumos tapatumas, suskaičiuojamos ir nesuskaičiuojamos aibės, kontinumo hipotezė.).
- 1.4. Ryšių ir atvaizdžių teorija (aibių Dekarto sandauga, ryšiai ir sąryšiai, ryšio arumas, ryšio signatūra, ryšių vaizdavimo būdai, binariniai ryšiai ir jų svarba, ryšiai, siejantys tos pačios aibės elementus, aibės diagonalė, ryšių Dekarto sandauga, atvirkštiniai ryšiai, ryšių simetrija ir antisimetrija, ryšių refleksyvumas ir tranzityvumas, ekvivalentiškumo ryšys, faktor aibės, ryšio projekcija ir pjūvis, funkciniai ryšiai ir funkcijos, funkcijos signatūra, dalinai apibrėžtos funkcijos, aibių atvaizdžiai ir jų savybės, vaidmenys, ryšių kardinalumas, ryšių vaizdavimas esybių-ryšių diagramomis, apibendrinimo ir agregavimo ryšiai, ryšiai, sąryšiai ir priklausomybės objektinio modeliavimo kalbose).

2. Abstrakčiosios algebros metodai.

- 2.1. Algebrinės struktūros (operacijos ir jų savybės, funkcijos ir operacijos skirtumai, algebrinės struktūros (algebros), jų rūšys).
- 2.2. Specialiosios algebros (aibių algebra, Veno diagramos, teiginių algebra, Bulio algebra, ryšių algebra, reliacinė (Kodo) algebra ir jos reikšmė duomenų bazių teorijoje, algebrinės užklausų kalbos samprata).

3. Grafų teorijos metodai

- 3.1. Grafų apibrėžtis ir savybės (Karaliaučiaus tiltų problema, grafo samprata, lankų ir viršūnių incedentumas, izomorfiniai grafai, nulinis grafas, pilnasis grafas, žymėtieji grafai, orientuotieji grafai, susiję grafai, kilpos ir ciklai (kontūrai), įeinantys ir išeinantys lankai, grafo viršūnės laipsnis, teorema apie grafo nelyginio laipsnio viršūnių skaičių, plokštieji grafai, medžiai, teorema apie iš n viršūnių sudaromų medžių skaičių, miškai).
- 3.2. Grafų vaizdavimas ir panaudojimas (grafų vaizdavimas matricomis, maršrutai, atstumo samprata, trumpiausio kelio radimo uždavinys, kilpų ir ciklų paieškos uždavinys, paieška medžiuose, grafo nuspalvinimo uždavinys.).

4. Matematinės logikos ir formaliųjų sistemų teorijos metodai.

- 4.1. Formaliosios kalbos ir jų interpretavimo metodai
- 4.2. Formaliosios kalbos sąvoka, formaliosios gramatikos.
- 4.3. Chomskio klasifikacija.
- 4.4. Formaliosios pirmos eilės kalbos, pirmos eilės predikatų kalba, denotatai.
- 4.5. Esybės samprata, esybės egzempliorių tapastys, esybių įvardinimo problema, raktai.
- 4.6. Pirmos eilės kalbos objektinė sritis, kalbos interpretacija, kalbos modelis, termų ir formulių įvertinimas.
- 4.7. Kalbos interpretavimas kitos kalbos terminais.

- 4.8. Formaliųjų kalbų sintaksė ir semantika (kalbos sintaksė ir semantika, Tarskio semantika, algebrinė ir operacinė kalbos semantika).
- 4.9. Įrodymo metodai
- 4.10. Formuliu teisingumas ir realizuojamumas kalbos modelyje, tautologijos, formuliu išvedamumas.
- 4.11. Formaliosios skaičiuotės, teiginių logika, pirmos eilės predikatų logika
- 4.12. Formaliosios loginės ir dalykinės teorijos
- 4.13. Teoremos ir įrodymai, formalaus įrodymo struktūra.
- 4.14. Tiesioginis įrodymas, įrodymas, pateikiant kontrapavyzdį, kontrapozicija, įrodymas, parodant prieštaravimą, matematinė indukcija, griežtoji indukcija, rekursyvos matematinės apibrėžtys,.
- 4.15. Išsprendžiamumo problema, neišsprendžiamos teorijos.
- 4.16. Pirmos eilės predikatų logikos ribotumas.
- 4.17. Logikos metodai informatikoje (dalykinės teorijos modelis, programos sintezės (generavimo) samprata, reliacinės skaičiuotės, kalbos procedūriškumo samprata, algebrinių ir deklaratyviųjų užklausų kalbų skirtumai).
- 4.18. Ontologijos (ontologijos samprata, deskriptyviosios logikos, OWL).

5. Automatų ir algoritmų teorijos metodai

- 5.1. Automatai (kalbos atpažinimo problema, baigtinio automato samprata, baigtinių automatų vaizdavimo būdai, automatai su dėklu (steku), baigtinės būsenų mašinos, Harello automatai).
- 5.2. Algoritmai (intuityvi algoritmo samprata, poreikis formalizuoti algoritmo sampratą, Tiuringo mašina, Tiuringo mašinos ir Neumano architektūros kompiuterių sąsajos, Markovo normaliniai algoritmai, algoritmai, kaip termų keitinių sistemos, rekursyvosios funkcijos, algoritmo samprata objektinėse kalbose).
- 5.3. Funkcijų apskaičiuojamumas (apskaičiuojamos ir neapskaičiuojamos funkcijos, sustojimo problema, funkcijų apskaičiuojamumas, neapskaičiuojamumo pasekmės, Church-Turing tezę).
- 5.4. Išskirstytieji algoritmai (konsensas ir išrinkimas, baigtinumo nustatymas, atsparumas trykiams, stabilizavimas)
- 5.5. Lygiagretieji algoritmai (PRAM modelis, ekskluzyvinės ir konkuruojančios skaitymo ir rašymo operacijos, nuorodų šuoliai, Brento teorema).

6. Sudėtingumo teorijos metodai.

- 6.1. Baziniai algoritmų analizės metodai. (viršutinio ir vidutinio sudėtingumo režio asimptotinė analizė, geriausio, vidutinio ir blogiausio elgsenos atvejų skirtumai, O , o , omega ir theta notacijos; standartinės sudėtingumo klasės; algoritmų našumo empirinio matavimo metodai, vykdymo laiko ir naudojamos atminties balansas algoritmuose, rekursyviojo ryšio panaudojimas rekursyviems algoritmams analizuoti).
- 6.2. Algoritmų sudėtingumas (algoritmo sudėtingumo samprata, sudėtingumas pagal laiką, sudėtingumas pagal atmintį, uždavinių sudėtingumas pagal laiką ir atmintį, polinominis ir nedeterminuotas polinominis sudėtingumas pagal laiką, bektrekingo neapibrėžtumas programavimo kalbose),
- 6.3. NP-pilnumas (NP-pilnumas, efektyvūs algoritmai NP -pilniems uždaviniams spręsti: medžio pavidalo struktūrų peržiūra, alfa-beta paieška, dinaminis programavimas, „grid“ algoritmai)

- 6.4. Sistemų sudėtingumas (sistemos sudėtingumo samprata, sudėtingumas pagal Kolmogorovą, sudėtingumas pagal Chatin).
7. Optimizavimo teorijos metodai
 - 7.1. Optimizavimo uždavinio formulavimas, optimizavimo uždavinių klasifikacija;
 - 7.2. Tiesinis programavimas: formuluotės, simplekso, elipsoidų, vidinio taško metodai;
 - 7.3. Optimizavimas be apribojimų: būtinos ir pakankamos minimumo sąlygos, gradientiniai nusileidimo ir negradientiniai metodai;
 - 7.4. Netiesinis programavimas: minimumo sąlygos, dualumas, metodai;
 - 7.5. Kombinatorinis optimizavimas: uždavinių klasės, perrinkimas, šakų ir rėžių metodas, metaeuristikos.
8. Tikimybių teorija ir matematinės statistikos metodai.
 - 8.1. Baigtinė tikimybinė erdvė, tikimybių matavimas, įvykiai, sąlyginė tikimybė, nepriklausomumas, Bayeso teorema
 - 8.2. Sveikieji atsitiktiniai kintamieji, viltis, skirstiniai, statistinės išvados.
9. Matematinio modeliavimo ir analizės metodai
 - 9.1. Matematinų modelių sudarymas ir analizė,
 - 9.2. Skaitinių algoritmų sudarymas ir analizė,
 - 9.3. Eksperimentinių rezultatų analizė,
 - 9.4. Naujos informacijos apie modeliuojamus procesus, sistemas bei reiškinius gavimas ir analizė