

DIPLOMSKI RAD br. 436

Algoritmi evolucijskog računanja primijenjeni na problem izrade školskog rasporeda sati

Siniša Pribil

Mentor: prof.dr.sc. Marin Golub

Voditelj: dr.sc. Marko Čupić

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
Fakultet elektrotehnike i računarstva

5. srpnja 2012.

Sadržaj

- 1 Uvod
- 2 Opis problema
- 3 Izrada rasporeda
- 4 Utjecaj parametara
- 5 Zaključak

Uvod

- današnji život određen je različitim oblicima rasporeda
- rasporedi u obrazovnim ustanovama
 - osnovno i srednjoškolski
 - fakultetski
 - raspored fakultetskih ispita
- osnovne i srednje škole
 - izrada rasporeda složen i dugotrajan posao
 - većina još uvijek izrađuje ručno
- *sustav za automatiziranu izradu rasporeda*
 - metaheuristički algoritmi
 - prilagodljiv i proširiv

Pojednostavljeni problem

	razred 1	razred 2	razred 3	razred 4	razred 5	razred 6	razred 7	razred 8	razred 9
termin 5						1			
termin 4			1						
termin 3							1		
termin 2		1							
termin 1	1								
nastavnik 1	1								
nastavnik 2					1				
nastavnik 3			1						
nastavnik 4					1				
nastavnik 5				1					
nastavnik 6	1								

Osnovni problem

- m razreda (c_1, \dots, c_m), n nastavnika (t_1, \dots, t_n), p raspoloživih sati, $R_{m \times n}$ – matrica predavanja
- $C_{m \times p}$ – matrica raspoloživosti razreda, $T_{n \times p}$ – matrica raspoloživosti nastavnika

pronađi $X_{m \times n \times p}$

$$\text{t. d. } \forall(i, j) \quad \sum_{k=1}^p x_{ijk} = r_{ij},$$

$$\forall(i, k) \quad \sum_{j=1}^n x_{ijk} \leq c_{ik},$$

$$\forall(j, k) \quad \sum_{i=1}^m x_{ijk} \leq t_{jk} \text{ i}$$

$$\forall(i, j, k) \quad x_{ijk} = 0 \text{ ili } 1.$$

Dodatna ograničenja

- raspoređivanje učionica
 - raspoloživost
 - opremljenost
- višesatna predavanja
- neprekidan raspored
- podjele razreda
- vezana predavanja
- upravljanje opterećenjima, stupnjevanje raspoloživosti. . .

Ulazni i izlazni podaci

- ulaz:
 - XML
- izlaz:
 - XML
 - Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1		ponedjeljak																			utorak
2	836	08:00	08:50	09:50	10:40	11:30	12:20	13:10	14:00	14:50	15:50	16:40	17:30	18:20	08:00	08:50	09:50	10:40	11:30	12:20	13:10
3	Radojka Papić										(info)	6b (srz)									8a (hrv)
4	Ivanka Perdića	5a (srz)		5a (hrv)	7b (hrv)	7b (hrv)	7b (hrv)									7c (hrv)	5a (hrv)	5a (hrv)			
5	Branka Vukadinović										6c (hrv)	8c (hrv)									
6	Morana Strahija	3b (eng)	3c (eng)																		7b (eng)
7	Maja Burazin		4b (eng)	4c (eng)	7c (eng)	7c (eng)		6b (eng)	8c (eng)	8d (eng)					4c (eng)	7a (engl)	2b (eng)				
8	Jelena Šumelj		1a (nje)	8b (nje)	3a (nje)	2a (nje)		7a (nje)									3a (nje)	5b (nje)	7a (nje)	5b (nje)	5a (nje)
9	Gordana Barišić-Lazar				4a (nje)	6a (nje)	6b (nje)	5b (engl)													
10	Maja Poljski			7c (mat)	7c (mat)												(info)	7b (mat)		7a (mat)	5b (mat)

Vrednovanje rješenja

- veći broj vrednovatelja
 - kvaliteta rasporeda s obzirom na jedan kriterij
 - mogućnost proširenja
- ukupna kvaliteta rasporeda:
 - vektor od n članova
 - težinska suma

Oblici pristupa i složenost

- sustavi
 - automatizirani
 - interaktivni
- složenost
 - pojednostavljeni problem – polinomijalan
 - osnovni problem – NP potpun
- rješavanje
 - izravne heuristike
 - metaheuristike

Genetski algoritam

- tri operatora
 - selekcija
 - *kvalitetnije se jedinke više razmnožavaju*
 - usmjeravanje pretrage prema boljim rješenjima
 - križanje
 - *nova jedinka nasljeđuje svojstva oba roditelja*
 - pretraga u susjedstvu roditeljskih jedinki
 - mutacija
 - *jedinke se s vremenom mijenjaju*
 - povećanje raznolikosti populacije

Očuvanje važnih genetskih značajki

- dvije inačice genetskog algoritma
- algoritam odabira potomaka (*OS*)
 - dodatna selekcija prije smještaja u novu populaciju
 - prihvaćaju se samo jedinke koje su “bolje” od roditelja
- algoritam očuvanja važnih alela (*RAPGA*)
 - promjenjiva veličina populacije
 - prihvaćaju se jedinke koje su “bolje” od roditelja ili unose nove genetske značajke

Sustav za izradu rasporeda

- sastavnice sustava:
 - modul *Core*
 - jezgra sustava
 - modul *Data*
 - podatkovne strukture
 - ulazni i izlazni podaci
 - vrednovatelji rješenja
 - modul *Engine*
 - algoritmi
 - evolucijski operatori
 - lokalne pretrage
 - modul *GUI*
 - grafičko sučelje

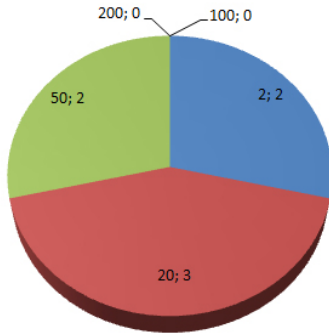
Testiranje – prvi krug

- pronalazak najboljeg skupa parametara
 - algoritam (*ES*, *GA*, *OS*, *RAPGA*)
 - veličina početne populacije ((2), 20, 50, 100, 200)
 - vjerojatnost mutacije (0,001, 0,002, 0,004, 0,008)
- testni problem
 - raspored za *OŠ Voltino*
 - 22 razreda, 34 nastavnika, 24 učionice, 2 tjedna nastave, 836 sati predavanja, dijeljenja razreda...
- 68 testova, 1 sat izvršavanja po testu, 10 ponavljanja

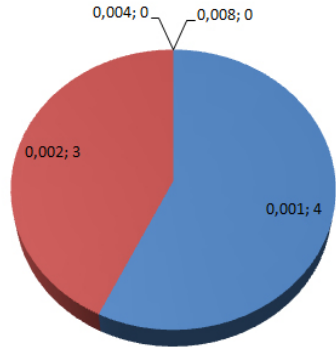
Rezultati – prvi krug

Rang	Test	Rezultat		
		Medijan	Aritmetička sredina	Standardno odstupanje
1	6	7607	7712,9	547,168
2	5	7864	7840,2	320,303
3	1	8147	8089,1	377,256
4	9	8204	8059,8	559,720
5	2	8294,5	8242,7	403,746
6	10	8428,5	8441,9	281,231
7	37	8448,5	8454,8	541,386

Parametri u najboljim rješenjima



Veličina poč. populacije



Vjerojatnost mutacije

Najbolji rezultati prema algoritmima

Test	Algoritam	Medijan
6	<i>evolucijska strategija</i>	7607
37	<i>OS</i>	8448,5
21	<i>osnovni GA</i>	11113
53	<i>RAPGA</i>	11497,5

Testiranje – drugi krug

- ispitivanje algoritama lokalnih pretraga
 - raspoloživosti
 - neprekidnost rasporeda
 - predavanja istog predmeta u istom danu
- 14 testova, 1 sat izvršavanja po testu, 10 ponavljanja

Rezultati – drugi krug

Rang	Test	Lokalne pretrage			Rezultat		
		Raspol.	Nepr. rasp.	Više pred.	Med.	Arit. sr.	Stand. ods.
1	1	✓			6683	6867,4	600,177
2	2	✓	✓		6829	6763	274,837
3	10	✓	✓	✓	6881,5	6808,4	328,081
4	4	✓		✓	6942	6953,4	225,312
5	3	✓	✓	✓	7025,5	7063,7	379,528
6	9	✓	✓		7057	7089,3	275,655
7	8	✓			7171,5	7239,3	347,358

Usporedba sa školskim rasporedom

- kvaliteta rasporeda
 - izrađeni raspored – 4777
 - stvaran školski raspored – 4623
- izrađeni raspored bolji u 2 od 13 kriterija, lošiji u njih 8

Zaključak

- izrada rasporeda veliki je problem za škole
 - potreba za automatiziranim sustavom
 - razvijen u sklopu rada
- najbolji rezultat:
 - *evolucijska strategija* (samo mutacija)
 - manja populacija
 - mala vjerojatnost mutacije
- lokalne pretrage uspješne
 - teško odrediti najbolju
- dobiveni raspored vrlo dobar temelj za daljnji rad

Nastavak rada

- ispitati rad *Sustava* na problemima drugih škola
- razviti heuristike koje oponašaju ljudski način izrade
- pronaći učinkovit način odabira težinskih faktora u težinskoj sumi kvalitete rješenja
 - problem: škole pridaju različite važnosti kriterijima
- razvoj drugih metaheuristika
 - usporedno izvršavanje i razmjena rješenja

Hvala na pažnji!