

ZAVRŠNI RAD BR. 225

OPTIMIZACIJA RASPOREDA SMJENA MEDICINSKIH SESTARA

Luka Matijević

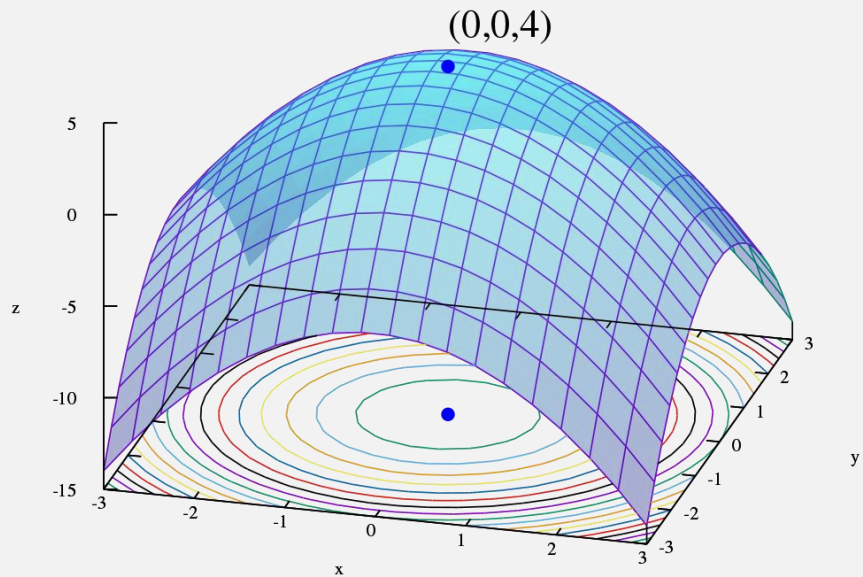
Mentor: doc. dr. sc. Marko Đurasević

6. srpnja 2021., Zagreb, FER

SADRŽAJ

- Optimizacijski problem
- Optimizacija rasporeda medicinskih sestara
- Heuristički pristup
- Evolucijsko računarstvo
- Genetski algoritam
- Implementacija
- Rezultati
- Zaključak

OPTIMIZACIJSKI PROBLEM



Izvor: wikipedia.org

- Potraga za optimalnim rješenjem funkcije
- Problem usmjeravanja vozila, izrada studentskih kalendara, minimizacija troškova pri obavljanju posla,...
- Velik broj različitih rješenja → nemoguće riješiti običnom pretragom

OPTIMIZACIJA RASPOREDA MEDICINSKIH SESTARA

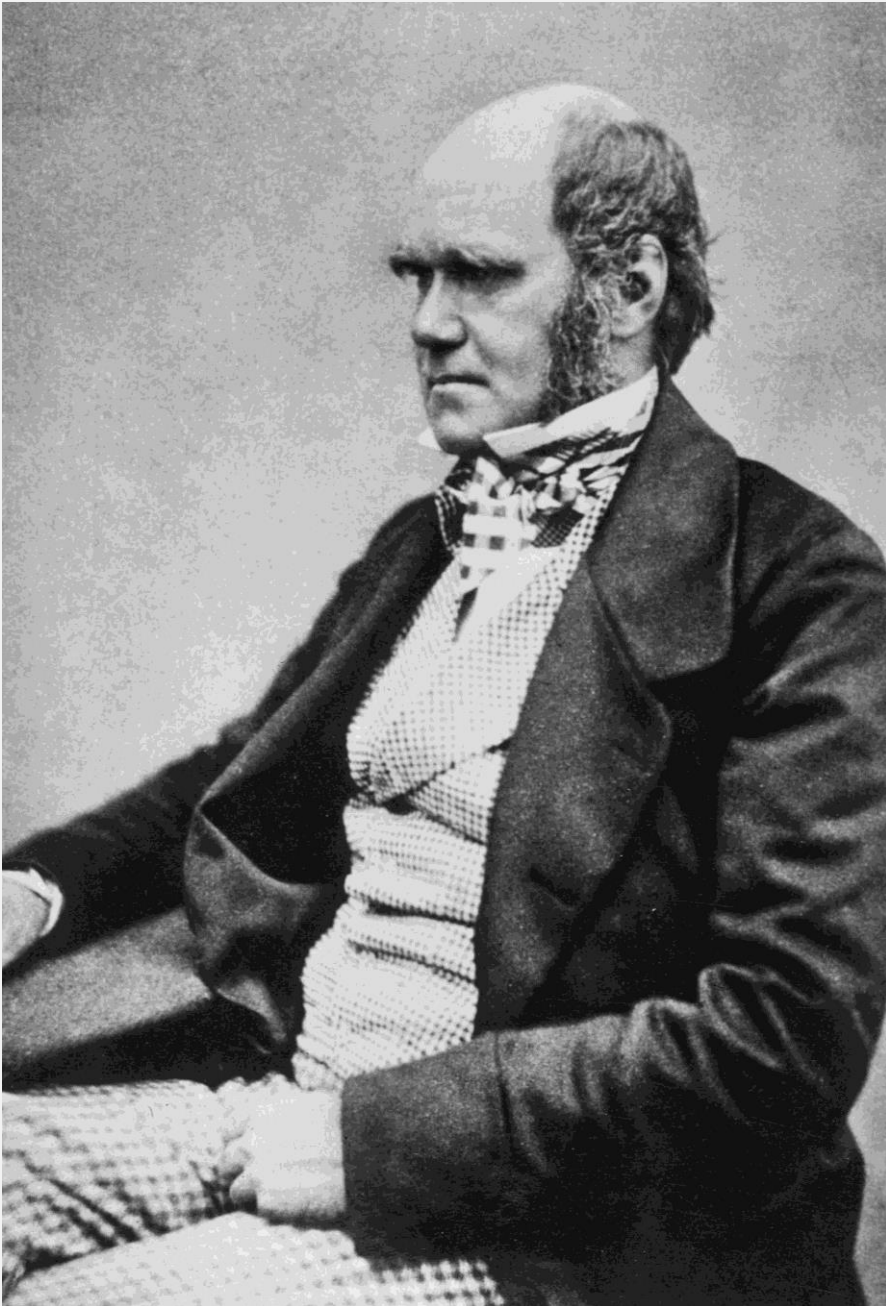
- „Constraint Satisfaction Problem - CSP”
 - Jaka ograničenja
 - Slaba ograničenja
- Cilj → optimizirati zaduženost u bolničkom sustavu
- Primjer problema:
 - 2 tjedna
 - 20 medicinskih sestara
 - 3 različite smjene
 - Prostor pretrage → 10^{169}



Izvor: Clipartmax.com

HEURISTIČKI PRISTUP

- parcijalno pretraživanje uz malu računsku složenost
- nudi „dovoljno dobro” rješenje
- metaheuristike:
 - Simulirano kaljenje
 - Tabu pretraživanje
 - Evolucijski algoritmi
 - Mravlji algoritmi
 - Algoritmi rojeva



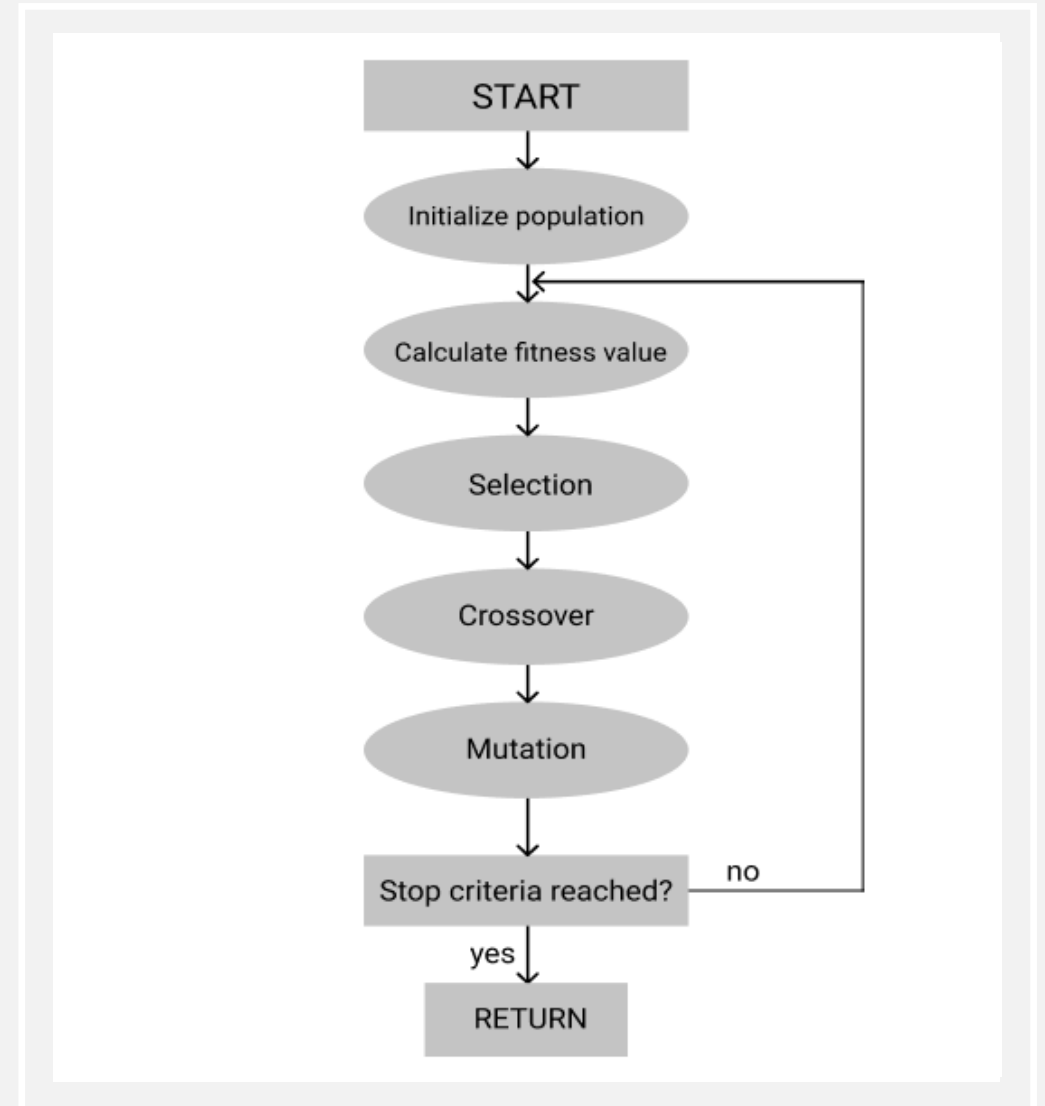
Charles Darwin, izvor: wikipedia.org

EVOLUCIJSKO RAČUNARSTVO

- Skup algoritama inspiriranih biološkom evolucijom - početak razvoja 1950.-e
- „Survival of the Fittest” ideologija
- 1960.-e → razvoj u tri smjera:
 - Evolucijsko programiranje
 - Genetski algoritam
 - Evolucijske strategije

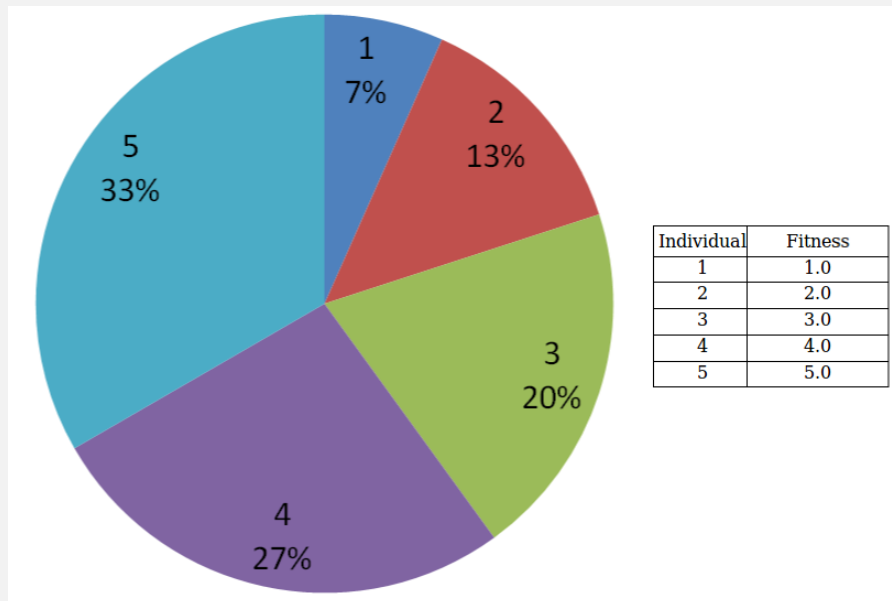
GENETSKI ALGORITAM

- populacijski algoritam
- evaluacija jedinke
- selekcija
- križanje
- mutacija



Način rada genetskog algoritma

SELEKCIJA

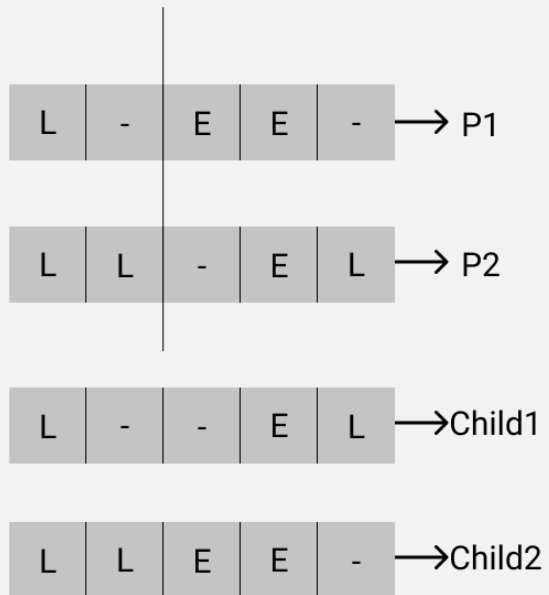


„Roulette Wheel Selection”, izvor: researchgate.net

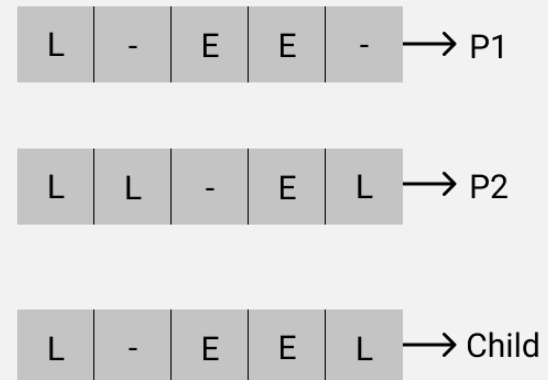
- „Roulette Wheel Selection”
- Selekcija ovisno o rangu
- Turnirska selekcija
- Elitizam

KRIŽANJE

„ONE POINT CROSSOVER”

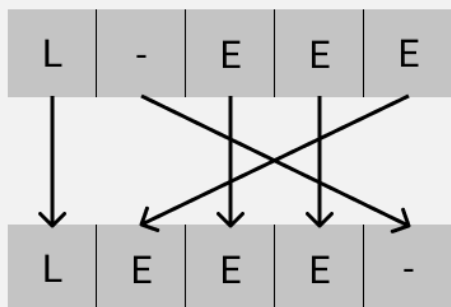


„UNIFORM CROSSOVER”

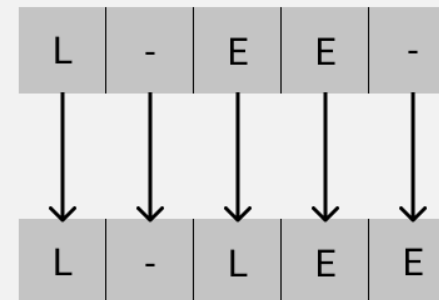


MUTACIJA

„SWAP MUTATION”



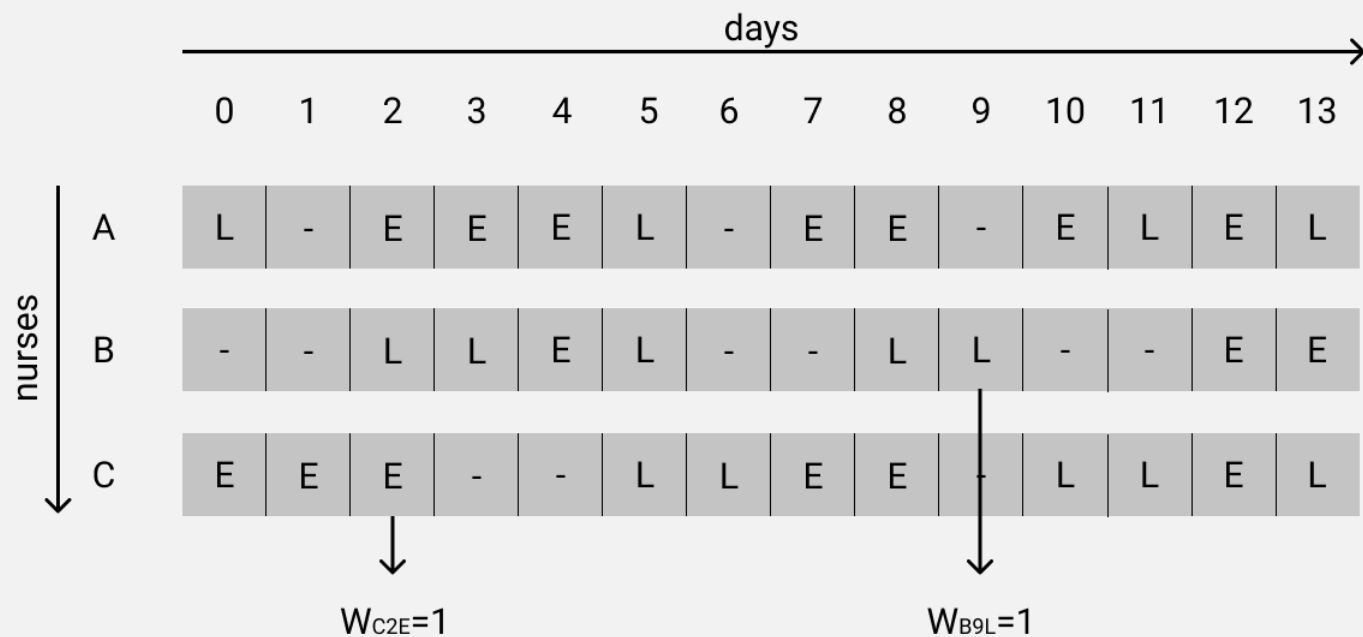
„UNIFORM MUTATION”



IMPLEMENTACIJA

- q_{nds} → cijena ako sestra 'n' ne radi smjenu 's' na dan 'd'
- p_{nds} → cijena ako sestra 'n' radi smjenu 's' na dan 'd'
- v_{ds}^{min} → cijena ako je broj zaduženih sestara za smjenu 's' na dan 'd' < optimum
- γ_{ds} → ukupno sestara manje od optimalnog broja zaduženosti
- v_{ds}^{max} → cijena ako je broj zaduženih sestara za smjenu 's' na dan 'd' > optimum
- z_{ds} → ukupno sestara više od optimalnog broja zaduženosti
- w_{nds} → binarna varijabla koja određuje zaduženost sestre

PRIKAZ JEDINKE



Prikaz jedinke koja se sastoji od dva tjedna, tri medicinske sestre i dvije različite smjene

FUNKCIJA DOBROTE

- Suma „kazni” → cilj – minimizirati:
 - $\sum_{n,d,s} q_{nds} (1 - w_{nds}) + \sum_{n,d,s} p_{nds} w_{nds} + \sum_{d,s} y_{ds} v_{ds}^{min} + \sum_{d,s} z_{ds} v_{ds}^{max}$
 - Velike dodatne cijene nadodane za nepoštovanje jakih ograničenja
- Funkcija dobrote:
 - ocjenjuje koliko je određeno rješenje dobro
 - recipročna vrijednost ukupne cijene jedinke

VALIDACIJA

Roster					Week 1							Week 2						
Employee	Penalty	Days on	Violations	WorkTi...	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
					Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
A	0	8	0	3840			D	D	D			D	D	D			D	D
B	3	9	0	4320	D	D	D	D				D	D	D			D	D
C	1	9	0	4320	D	D	D	D	D					D	D	D	D	
D	2	7	1	3360	D	D			D				D			D	D	D
E	0	8	1	3840	D	D	D				D	D	D			D		
F	7	9	1	4320			D	D	D			D	D	D	D	D	D	
G	0	7	1	3360	D				D	D	D	D	D	D				
H	4	7	0	3360	D	D	D								D	D	D	D
Totals	17	64	4	30720														

Employee: C

Search space: 10^{34} Not feasible Penalty: 1020

Primjer rješenja nad jednostavnom instancom

- Raspored generiran alatom „RosterViewer”
- Provjera izvedivosti i cijene rješenja
- Pregled (ne)poštovanih ograničenja

REZULTATI

- Testovi su napravljeni korištenjem mutacije koja mijenja pozicije kromosoma
- Dobiveni rasporedi analizirani alatom „RosterViewer”

crossTwoPoint + mutationSwap				crossUniform + mutationSwap			
Pokretanje	Instance1	Instance2		Pokretanje	Instance1	Instance2	
1	1011	1135		1	923	1655	
2	924	1937		2	914	2548	
3	1224	2244		3	921	1545	
4	1117	2032		4	1018	1939	
5	919	1832		5	918	1937	
6	1109	2132		6	1015	1447	
7	1015	1936		7	1012	1946	
8	1113	1344		8	907	1263	
9	1308	1034		9	819	2337	
10	1020	1428		10	816	1529	
Average	1076	1705.4		Average	926.3	1814.6	
Minimum	919	1034		Minimum	816	1263	
StdDev	117.7718133	410.5219117		StdDev	69.23301236	384.3977627	

Rezultati testiranja nad prve dvije instance pomoću „swap mutation” metode

REZULTATI

crossTwoPoint + mutationUniform				crossUniform + mutationUniform			
Pokretanje	Instance1	Instance2		Pokretanje	Instance1	Instance2	
1	1015	3770		1	1552	3784	
2	1321	3455		2	1312	3577	
3	1226	2769		3	1422	3864	
4	1329	3679		4	1325	3072	
5	1425	3073		5	1527	2966	
6	1531	3065		6	1728	3264	
7	1533	3080		7	1628	3380	
8	1525	3873		8	1619	3772	
9	1323	2975		9	1427	3881	
10	1532	3073		10	1626	3067	
Average	1376	3281.2		Average	1516.6	3462.7	
Minimum	1015	2769		Minimum	1312	2966	
StdDev	160.7718881	361.6116149		StdDev	132.8399036	339.1516033	

Rezultati testiranja nad prve dvije instance pomoću „uniform mutation” metode

- Testovi su napravljeni korištenjem uniformne mutacije
- Rezultati inferiorniji u usporedbi s prijašnjim metodama

ZAKLJUČAK

- Problem raspoređivanja smjena medicinskih sestara od velike je važnosti za bolničke sustave
- Nužan je heuristički pristup rješavanju kako bi se smanjila složenost
- Genetski algoritam prikladna je metaheuristika za rješavanje NSP-a
- Različite kombinacije temeljnih dijelova genetskog algoritma uvelike utječu na krajnji rezultat
- Potrebno je koristiti kvalitetnije metode križanja i mutacije kako bi se postigao bolji rezultat

HVALA!