Univerzitet u Novom Sadu

Fakultet tehničkih nauka

Dokumentacija za projektni zadatak

Studenti: Popović Luka, SV04/2021

Popović Matija, SV05/2021

Predmet: Nelinearno programiranje i evolutivni algoritmi

Broj projektnog zadatka: 3

Tema projektnog zadatka: Genetski algoritam, problem pravljenja rasporeda

# Opis problema

Problem pravljenja rasporeda časova predstavlja problem koji pravi raspored časova za fakultet od različitih predmeta sa određenim parametrima problema. Kako fakultet ima određeni kapacitet učionica i s obzirom da ima radno vreme, očigledno se mora raspored napraviti pod tim uslovima. Neki od parametara su određen broj učionica, radnih dana, radno vreme (koje počinje minimalno u 7:00, a treba da je završeno do 19:00). Između svaka 2 predavanja mora da bude pauza od minimalno 15 minuta. Kriterijum optimalnosti po kome se formira problem je takav da prosečno vreme početka nastave što kasnije, a prosečno vreme završetna nastave bude što ranije (a da pritom budu zadovoljeni i prethodni uslovi). Matematički formalno treba da maksimizujemo f(p,k)= , gde i , predstavljalju redom, vreme proteklo od 7:00 do početka prvog časa i vreme proteklo od kraja poslednjeg časa do 19:00.

# Uvod

Za rešavanje ovog problema koristićemo genetski algoritam, koji predstavlja simulaciju biološke evoluciju (proces prirodne selekcije). Genetski algoritam se sastoji od formiranja početne populacije, selekcije, ukrštanja i mutacija.

# Implementacija

Implementaciju smo započeli učitavanjem svih stvari datih iz fajla „data\_tabletime.txt“ iz kojeg smo izvukli podatke o broju učionica i sve moguće predmete koji treba da se održe na fakultetu.

Populacija je predstavljena nizom jedinki. Jedinka predstavlja 1 moguć raspored. Pošto se problem maksimizuje, onda je logično da nastava bude vezana u kontinuitetu (jer ako su pauze veće od 15 minuta) onda se smanjuje , odnosno . Jedinka se popunjava nabacanim nastavama po učionicama i vremenu (pri čemu je pamćeno samo vreme kretanja te nastave, podrazumevajući da je pauza između svake 2 nastave 15 minuta iz prethodnog razloga), vodeći računa o radnom vremenu.

Više primena tog algoritma za jedinke stvara se početna populacija. Najjednostavija implementacija prethodnog opisanog je čuvanje u 2 liste, gde je prva lista populacija, a druga lista vremena početaka predavanja po tom rasporedu.

Na osnovu tih listi, lako se izračunaju ocene za te rasporede (fitness, prilagodjenost), koristeći formulu rečenom u opisu problema.

Ocena predstavlja brojnu vrednost, koliko je jedno stanje bolje od drugog za određeni problem. U ovom slučaju je maksimizacija problema ocena kvaliteta rešenja.

Generacija predstavlja broj iteracija datog problema.

Selekcija predstavlja čuvanje i prenošenje dobrih osobina populacije (dobrog genetskog materijala) na sledeću generaciju. Ima više vrsta selekcije, među kojima se najčešće koriste: prirodna, ruletska, ruletska sa rangiranjem i turnirska selekcija.

Mi smo odabrali ruletsku selekciju.

Ruletska selekcija predstavlja biranje 2 najbolja rangirana roditelja koristeći proizvod (a\*b), gde je a ocena (fitness, prilagođenost), koja je prethodna izračunata, a b random broj iz intervala (0,1).

Data selekcija se sortira i uzima se 2 najbolja roditelja, i to radimo n puta, jer želimo da imamo isti broj elemenata u populaciji (2\*n jedinki), što generalno ne mora da se radi, ali u ovom slučaju to odgovara. Može se, naravno, dogoditi da isti roditelj bude izabran više puta (što nije zabranjeno).

Ukrštanje predstavlja postupak formiranja potomaka na osnovu izabranih roditelja. Uglavnom to predstavlja proces gde se dobijaju 2 deteta, gde deca uzimaju određeni procenat osobina od oca, a određeni procenat od majke. Tu se definišu simetrično i nesimetrično ukrštanje.

U ovom problemu smo koristili simetrično ukrštanje, gde je jedno dete uzelo p% osobine oca, i (100-p)% majke, a drugo dete obrnuto, odnosno (100-p)% oca i p% majke.

Ponavljanjem tako n puta, stavara se nova generacija populacije. Stvaranjem nove generacije, može se birati da li će se neki elementi (uglavnom najbolji) stare generacije preneti na nove i tako stalno. Mi se nismo odabrali na opciju, nego stalno pravimo nove populacije iz razloga, jer početna populacija može biti stvarno loša, pa bi to još dodatno uticalo na rešenje.

Mutacija predstavlja minimalnu promenu jedinke na određeni način. U našem slučaju smo nekad u nekom rasporedu (u 1 učionici za 1 dan) menjali vreme početka nastave, proveravajući da li ispunjavaju uslove prethodnih uslova.

Elitizam predstavlja proces, pri kome se pri kreiranju nove generacije, prenese određeni broj “najboljih” (onih sa najvećom ocenom (fitness-om, prilagođenosti)) jedinki na sledeću generaciju.

Ona nam osigurava da se kvalitet rešenja neće smanjivati iz generacije u generaciju. Mi smo za elitizam uzeli broj 4 (elitizam.size), jer za velike vrednosti brzo dođe do lokalnog maksimuma, što nama nije poenta (nego globalni maksimum).

# Zaključak

Za broj generacija raznim promenama parametara, procenjeno je da je negde oko 100 iteracija najbolje za dati problem. Kako raspored ima veliku memorijsku zauzetost i generalno se dugo formira, za broj jedinki u populaciji je uzet 100, iako se u praksi obično uzima 10 puta više u odnosu na broj predmeta (što bi u ovom slučaju bio 600). Za konstantu mutacije je uzet realni broj 0.2, što bi u prevodu po verovatnoći trebalo da znači da će svaki peti raspored mutirati.

Može se videti da u dosta situacija, učionice ostaju prazne za taj dan, što je zapravo i logično, jer se onda ocena i za i za uzima interval od 7:00-19:00.

Rezultati algoritma su uglavnom između 6\* i 8\* [], pa kako su uglavnom rezultati slični i kako za stvaranje 1 rešenja treba oko 10s (moglo se još dodatno optimizovati), može se zaključiti da genetski algoritam daje sasvim solidno rešenje.

Jedan primer rasporeda je:

Ponedeljak

A

U ovoj ucionici nema predavanja

B

Predavanja krecu u 7 i 32minuta sa pauzama od po 15min

Objektno orijentisano programiranje 1 - Predavanje, 180 minuta

Arhitektura racunara - Vezbe 1, 120 minuta

Matematicka analiza - Vezbe 2, 180 minuta

C

Predavanja krecu u 7 i 58minuta sa pauzama od po 15min

Uvod u softversko inzenjerstvo - Predavanje, 60 minuta

Algoritmi i strukture podataka - Vezbe 2, 30 minuta

D

U ovoj ucionici nema predavanja

E

U ovoj ucionici nema predavanja

Utorak

A

Predavanja krecu u 9 i 39minuta sa pauzama od po 15min

Organizacija podataka - Vezbe 1, 60 minuta

Objektno orijentisano programiranje 2 - Vezbe 1, 120 minuta

NPiEA - Vezbe 2, 180 minuta

NAiNS - Vezbe 2, 30 minuta

Internet mreze - Vezbe 3, 180 minuta

B

Predavanja krecu u 10 i 43minuta sa pauzama od po 15min

Algebra - Predavanje, 30 minuta

Diskretna matematika - Vezbe 3, 180 minuta

NAiNS - Vezbe 3, 180 minuta

Sociologija tehnike - Vezbe 3, 90 minuta

C

Predavanja krecu u 8 i 43minuta sa pauzama od po 15min

Organizacija podataka - Vezbe 2, 180 minuta

Objektno orijentisano programiranje 1 - Vezbe 3, 180 minuta

D

U ovoj ucionici nema predavanja

E

U ovoj ucionici nema predavanja

Sreda

A

Predavanja krecu u 7 i 10minuta sa pauzama od po 15min

Engleski jezik - Vezbe 1, 60 minuta

Arhitektura racunara - Vezbe 2, 180 minuta

B

Predavanja krecu u 7 i 22minuta sa pauzama od po 15min

Objektno orijentisano programiranje 2 - Vezbe 3, 90 minuta

C

Predavanja krecu u 10 i 6minuta sa pauzama od po 15min

Engleski jezik - Vezbe 2, 180 minuta

D

Predavanja krecu u 8 i 25minuta sa pauzama od po 15min

Organizacija podataka - Vezbe 1, 60 minuta

NPiEA – Vezbe 3, 120 minuta

E

Predavanja krecu u 10 i 3minuta sa pauzama od po 15min

Uvod u softversko inzenjerstvo - Predavanje, 60 minuta

Cetvrtak

A

Predavanja krecu u 9 i 34minuta sa pauzama od po 15min

Algebra - Vezbe 2, 30 minuta

Osnove programiranja - Vezbe 2, 120 minuta

NAiNS - Vezbe 1, 180 minuta

B

Predavanja krecu u 7 i 20minuta sa pauzama od po 15min

Algebra - Predavanje, 30 minuta

NPiEA – Predavanje, 180 minuta

C

Predavanja krecu u 10 i 0minuta sa pauzama od po 15min

Uvod u softversko inzenjerstvo - Predavanje, 60 minuta

Organizacija podataka - Vezbe 1, 60 minuta

Objektno orijentisano programiranje 1 - Vezbe 2, 120 minuta

Sociologija tehnike - Vezbe 3, 90 minuta

D

Predavanja krecu u 7 i 26minuta sa pauzama od po 15min

Internet mreze - Predavanje, 180 minuta

Sociologija tehnike - Vezbe 1, 60 minuta

Diskretna matematika - Vezbe 3, 180 minuta

Sociologija tehnike - Vezbe 3, 90 minuta

E

Predavanja krecu u 10 i 22minuta sa pauzama od po 15min

Diskretna matematika - Predavanje, 120 minuta

NAiNS - Predavanje, 180 minuta

Organizacija podataka - Vezbe 3, 60 minuta

Petak

A

Predavanja krecu u 7 i 9minuta sa pauzama od po 15min

Organizacija podataka - Vezbe 2, 180 minuta

Organizacija podataka - Vezbe 3, 60 minuta

Algebra - Vezbe 3, 120 minuta

B

U ovoj ucionici nema predavanja

C

Predavanja krecu u 11 i 0minuta sa pauzama od po 15min

Algoritmi i strukture podataka - Vezbe 2, 30 minuta

D

Predavanja krecu u 9 i 50minuta sa pauzama od po 15min

Engleski jezik - Predavanje, 90 minuta

Matematicka analiza - Predavanje, 120 minuta

Algebra - Vezbe 2, 30 minuta

E

Predavanja krecu u 8 i 26minuta sa pauzama od po 15min

Uvod u softversko inzenjerstvo - Vezbe 3, 60 minuta

Internet mreze - Vezbe 1, 180 minuta