

PIGA za Radio Mreže

Tijana Todorov David Nedeljković

16. april 2020

Pregled

- 1 Uvod
- 2 Definisanje problema
- 3 Standardni Genetski Algoritam - SGA
- 4 Paralelni Ostrvski Genetski Algoritam - PIGA
- 5 Kvalitet rešenja i ubrzanje
- 6 Literatura

Uvod

- Ovaj rad je baziran na realnom problemu koji je prvo testiran na Standardnom Genetskom Algoritmu a kasnije i na Ostrvskom modelu.
- Jedan od ključnih pitanja sa kojima se susreću telekomunikacione kompanije prilikom dizajniranja radio mreža je izbor dobrog skupa lokacija radio predajnika.
- Problem se svodi na pokrivanje maksimalnog područja sa minimalnim brojem predajnika.
- Skup lokacija na kojima se mogu postaviti predajnici je ulaz.
- Cilj našeg rada je da pronađemo minimalan podskup lokacija koji daje što bolju pokrivenost.

Definisanje problema

- Problem radio pokrivenosti se odnosi na pokrivanje određenog područja skupom predajnika.
- Jedan predajnik pokriva jednu ćeliju čija je veličina fiksna.
- Lokacije područja i lokacije predajnika smo podelili u dva skupa M i L koji su povezani i predstavljeni bipartitnim grafom.
- Traženje minimalnog podskupa predajnika koji pokriva maksimalnu površinu područja definisaćemo na sledeći način: $M' \subseteq M$ tako da je $|M'|$ minimalna i $|Susedi(M', E)|$ tako da je maksimalna, gde je $|Susedi(M', E)| = \{u \in L \mid \forall v \in M', (u, v) \in E\}$.

Definisanje problema

- Poznat NP-težak problem koji je sličan našem je USCP.
- Razlika je u tome što je naš cilj odabrati podskup predajnika koji će obezbediti dobro pokrivanje područja za razliku od USCP-a koji osigurava potpunu pokrivenost.
- Iz našeg problema proizilazi činjenica da imamo dvostruki cilj.
- Fitnes funkciju sa dva cilja definišemo na sledeći način:

$$f(x) = \frac{\textit{StopaPokrivenosti}^\alpha}{\textit{BrojOdabranihPredajnika}}$$

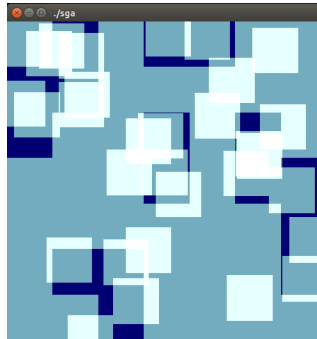
gde je, $\textit{StopaPokrivenosti} = 100 \times |\textit{Susedi}(M')| / |\textit{Susedi}(M)|$, $\alpha = 2$.

Osobine i specifičnosti SGA

- Radi nad skupovima koje zovemo populacija.
- Populacija je skup jedinki koje mogu biti potencijalno rešenje.
- Jedinka je predstavljena nizom tipa Bool (True, False) sto označava da li je predajnik uzet ili nije.
- Završava se nakon unapred definisanog broja generacija.
- Za naše potrebe je uzeto polje 287x287 koje je podeljeno na 49 ćelija dimenzija 41x41.
- Svaka ćelija ima po 3 predajnika (1 u sredini i 2 random postavljena).
- Jačina emitovanja signala predajnika je fiksna - 20.5.

Parametri za naše potrebe

- Broj iteracija je 250.
- Veličina populacije je 160.
- Elitizam je vršen sa 15% najboljih jedinki.
- Jednopoliziciono ukrštanje.
- Turnirska selekcija veličine 6.



Slika 1 : Rezultat SGA

Mane SGA i rešenje

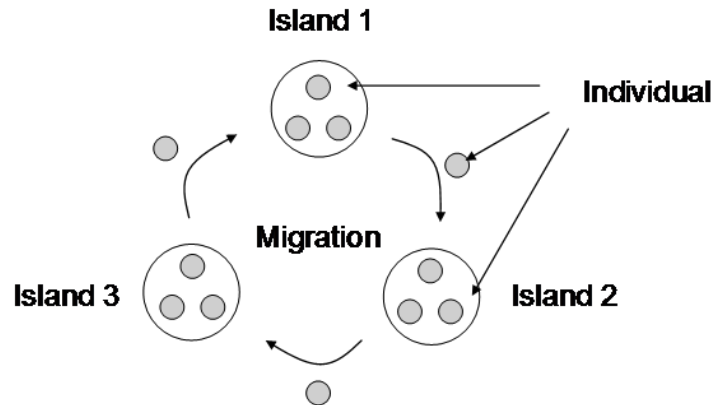
- Jedan od nedostataka SGA je sporost izvršavanja programa za koji postoje dva razloga koja to objašnjavaju.
 - Generisanje bipartitnog grafa koji predstavlja vezu između predajnika i lokacija.
 - Populacija koja sadrži veliki broj jedinki koji zahteva dosta računanja.
- Drugi nedostatak je da ne daje uvek rešenje blizu optimalnog.
- Rešenje je Ostrvski model genetskog algoritma.

PIGA

- Ostrvski genetski algoritam predstavlja proširenje SGA.
- Glavna osobina je podela populacije na nekoliko podpopulacija - ostrva.
- Na svakom ostrvu se može primeniti SGA što dovodi do zaključka da se može paralelizovati.
- Ostrva u ovom algoritmu komuniciraju i razmenjuju informacije operatorom migracije.

Operator migracije

- U zavisnosti od problema i modela genetskog algoritma migracija se može vršiti na više načina.
- U našem primeru je korišćena prstenasta topologija za razmenu informacija.



Slika 2 : Prstenasta migracija

Pseudokod

Algorithm 1: Pseudo-kod ostrvskog modela GA

Generisanje početne populacije od p jedinki ;

Ocenjivanje fitnesa za sve jedinke ;

Podela populacije na n ostrva ;

repeat

foreach *ostrvo* **do**

repeat

 Selekcija jedinki za primenu genetskih operatora ;

 Ukrštanje za izabrane parove jedinki ;

 Mutacija izabranih jedinki ;

 Ažuriranje fitnesa modifikovanih jedinki ;

 Generisanje populacije za sledeću generaciju ;

until *broj iteracija po ostrvu*;

 Migracija m najboljih jedinki na susedno ostrvo ;

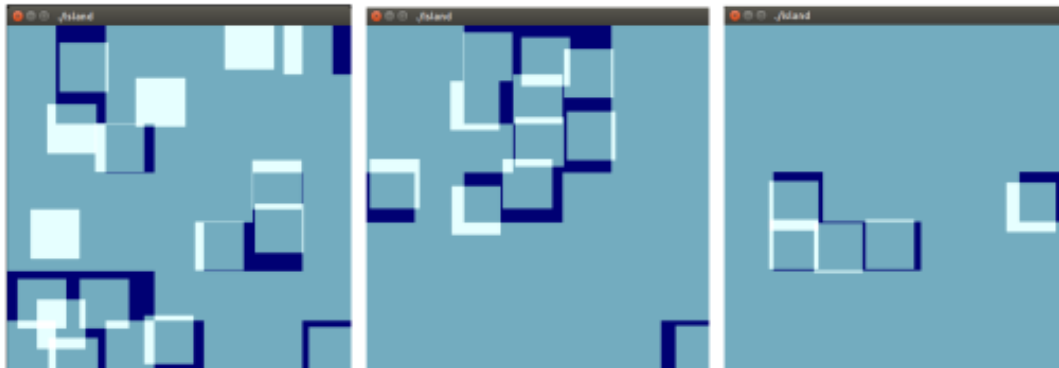
end

until *maksimalan broj iteracija*;

PIGA i rezultati

- Operatori selekcije, ukrštanja i mutacije se vrše istovremeno na svakom ostrvu.
- Prstenasta migracija je korišćena da bi se minimizovala komunikacija između ostrva.
- Migracijom se vrši zamena najgore jedinke najboljom.
- Za paralelizaciju IGA koji koristi jedan procesor koristili smo mehanizam multi-threading u okviru OpenMP biblioteke.

Rezultati PIGA

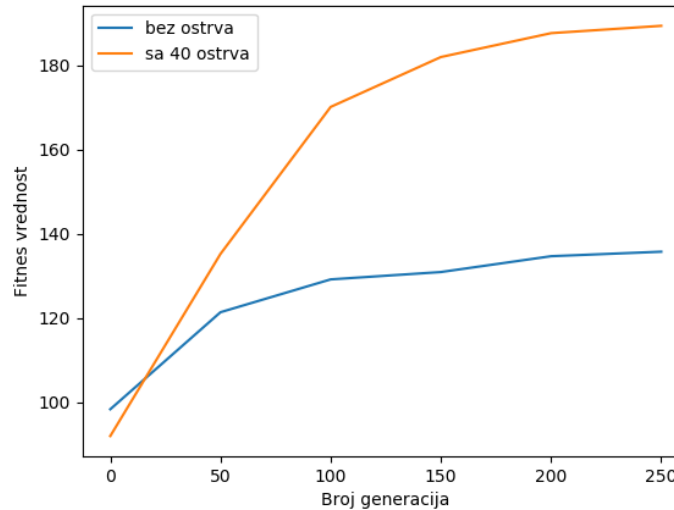


Slika 3 : Rezultati PIGA za 10, 20 i 40 ostrva.

Kvalitet rešenja i ubrzanje

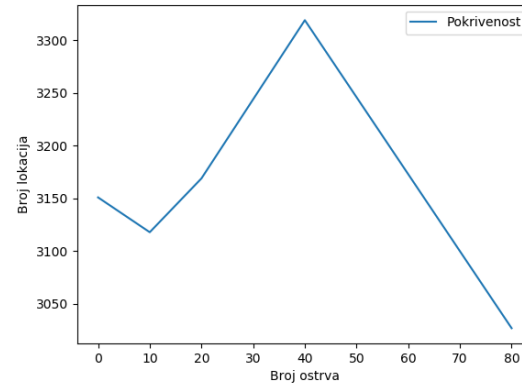
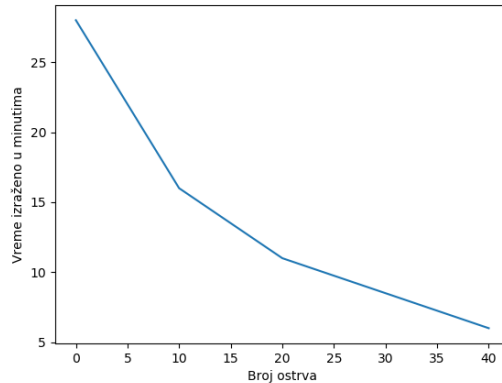
- Primenom SGA sa jednom populacijom od 160 jedinki dobili smo fitnes 139.26 (oko 28 minuta).
- Primenom PIGA za:
 - 10 ostrva sa po 16 jedinki fitnes je 165.08 (oko 16 minuta).
 - 20 ostrva sa po 8 jedinki fitnes je 184.88 (oko 11 minuta).
 - 40 ostrva sa po 4 jedinke fitnes je 198.66 (oko 6 minuta).
 - 80 ostrva sa po 2 jedinke fitnes je 158.76 (oko 14 minuta).

Odnos fitnes funkcije sa brojem generacija



Slika 4 : Odnos fitnes funkcije sa brojem generacija

Odnos vremena izvršavanja i pokrivenosti



Slika 5 : Odnos vremena izvršavanja i pokrivenih lokacija sa brojem ostrva

Ubrzanje

- Testiranje na računaru koji ima sledeće karakteristike:
RAM Memoriju - 4GB i snagu 4 - jezgarnog procesora
2,3GHz.
- Ubrzanje ćemo definisati na sledeći način:
$$Ubrzanje = T_{SGA}/T_{PIGA}$$
- Značajno ubrzanje od 4 ipo puta se postiže nad PIGA sa 40 ostrva.

Literatura

- Computational Intelligence - An Introduction, Andries Engelbrecht, John Wiley & Sons, 2007.
- Parallel Island-Based Genetic Algorithm for Radio Network Design, Patrice Calégari, Frederic Guidec, Pierre Kuonen, and Daniel Kobler
- Computer Science and Operations Research(Chapter 5), Osman Balci, Ramesh Sharda and Stavros A. Zenios

Hvala na pažnji!