

Simulacija saobraćaja na raskrižju pomoću genetičkog algoritma

Tomislav Šimović, Emina Junuz, Indira Hamulić

Fakultet informacijskih tehnologija
Univerzitet „Džemal Bijedić“
Mostar, Bosna i Hercegovina
Sjeverni Logor 12, 80000 Mostar

tomislav.simovic@edu.fit.ba, emina@fit.ba, indira@fit.ba

Sadržaj—Ovaj rad se bavi simulacijom saobraćaja na jednom raskrižju kako bi se ocijenila efikasnost saobraćaja i kako se ta efikasnost može povećati upotrebom genetičkog algoritma. Analizirat će se genetički algoritam i način na koji se on može implementirati u prometu. Napravit će se aplikacija koja će simulirati raskrižje koji koristi genetički algoritam i na osnovu rezultata tih simulacija će se dokazati da ono doista pomaže u prometu.

Ključne riječi—*Simulacija saobraćaja, redovi čekanja, mjerenje propusnosti, algoritmi semafora, genetički algoritam*

I. UVOD

Regulacija saobraćaja u današnjem svijetu vrlo je važan zadatak kojeg se mora ozbiljno shvatiti. Gužve u gradu stvaraju niz problema koji utječu na gospodarstvo. International Energy Agency (IEA, 2012) je ocijenila da preko 50 % potrošnje nafte je na prijevoz, a od toga 3 četvrtine otpada na prijevoz na cesti [1]. S obzirom da vozila troše gorivo i dok čekaju u gužvi, očito je da se relativno velik dio nafte beskorisno izgubi u gužvi. Gospodarski učinak se osjeća i zbog činjenice da vozači ne mogu ništa korisno raditi dok čekaju u gužvi. Zbog svega ovoga je iznimno važno da se na semaforima što manje čeka.

Najčešći način rada semafora je da se prema različitim statističkim podacima postave različita vremena trajanja ciklusa signala na različitim semaforima i ta ciklusna vremena će ostati konstantna [2]. Problem kod ovog načina rada je da se zanemaruje trenutno stanje prometa i zbog toga je nemoguće učiniti trenutne prilagodbe koje bi povećale efikasnost prometa.

Postoje različiti algoritmi koji bi podesili vremena ciklusa signala na osnovi sadašnjeg stanja saobraćaja. U ovom radu obraditi će se genetički algoritam i simulirati ga na jednom raskrižju. To raskrižje će imati 4 puta i po jedan semafor za svaki put, a svaki put će imati po dvije staze.

II. GENETIČKI ALGORITAM

Genetički algoritam polazi od pretpostavke da na svakom raskrižju postoji po 1 senzor za svaki put koji će mjeriti broj vozila koje prolaze raskrižjem (ukupno po 4 senzora za svako raskrižje). Na osnovu prikupljenih podataka genetički

algoritam će dinamički podesiti vrijeme ciklusa signala na raskrižju i na taj način povećati efikasnost saobraćaja.

Genetički algoritam je heuristika tražnje koja oponaša proces prirodne evolucije. U genetičkim algoritmima kromosom enkodira moguća rješenja za dati problem (1 kromosom je 1 rješenje). Jedan kromosom je niz i njegovi elementi su obično 0 i 1, ali su mogući i drugi načini enkodiranja (prikazano u Tabeli 1 – Primjer kromosoma). Svaki element niza je jedan gen, znači nula i jedinica u kromosomu predstavljaju gene. Jedna populacija mogućih rješenja evoluirala ka boljim rješenjima. Evolucija počinje s populacijom rješenja određene veličine koja su nasumično generirana i događa se u generacijama. U svakoj generaciji pogodnost svakog mogućeg rješenja se izračuna putem funkcije pogodnosti. Na osnovu pogodnosti se stohastički biraju rješenja trenutne populacije koja se modificiraju putem rekombinacije i mutacije i na osnovu njih se stvara nova populacija za novu generaciju. Nova generacija se provodi kroz isti algoritam. Taj proces se ponavlja dok se ne nađe dovoljno pogodno rješenje ili dok se ne ispuni neki drugi uvjet (npr. maksimalan broj generacija). Iz ovog se vidi da genetički algoritam ima različite faze [3].

TABELA 1- PRIMJER KROMOSOMA

Kromosom	10011100
----------	----------

U fazi inicijalizacije se na različite načine generira inicijalna populacija mogućih rješenja. Veličina populacije zavisi o problemu kojeg se pokušava riješiti[4].

U fazi selekcije se biraju rješenja trenutne generacije koje će ući u iduću generaciju. Odabir se vrši tako da se svakom rješenju u trenutnoj generaciji izračuna pogodnost pomoću funkcije pogodnosti za dati problem. Nakon toga se biraju rješenja koja će ući u novu generaciju na taj način da rješenja s boljom pogodnošću imaju veću vjerojatnoću da budu primljena[4].

Nakon selekcije dolazi faza reprodukcije u kojoj se prethodno odabrana rješenja modificiraju putem rekombinacije i/ili

mutacije. Rekombinacija se može raditi na različite načine, a jedan od tih načina je da se nasumično upare 2 rješenja (kromosoma koje imaju gene), odabere se jedna točka i sve gene nakon te točke se zamjene između ta 2 rješenja i tako se dobiju 2 nova rješenja (kromosoma) (primjer prikazan u Tabeli 2 – Primjer rekombinacije). Mutacija se također može obaviti na različite načine, a jedna od njih je da se 1 od gena u kromosomu promjeni (primjer prikazan u Tabeli 3 - Primjer mutacije)[4].

TABELA 2 - PRIMJER REKOMBINACIJE

Kromosom 1	100110011100111100
Kromosom 2	111001110011100111
Dijete kromosom 1	100110110011100111
Dijete kromosom 2	111001011100111100

TABELA 3 - PRIMJER MUTACIJE

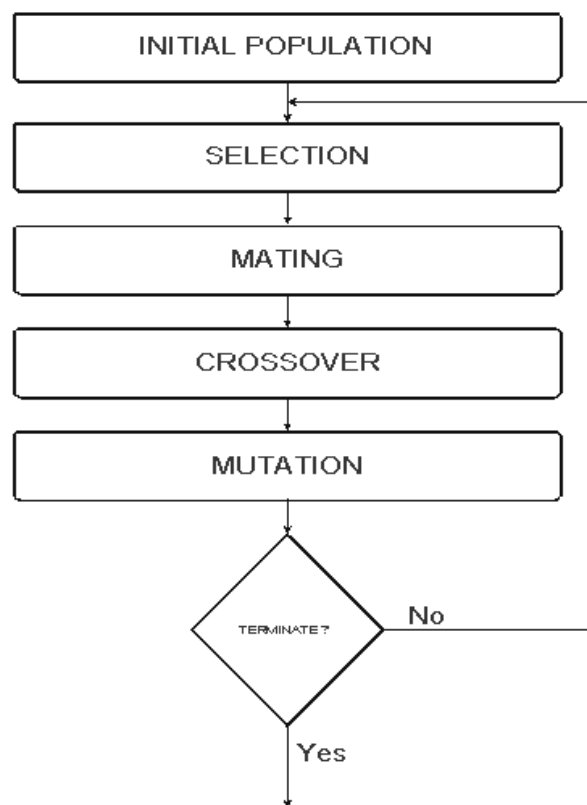
Kromosom	00110011100011
Dijete kromosom	00110011000011

Od rješenja koja se dobiju rekombinacijom i mutacijom se stvara nova generacija. Srednja pogodnost u toj novoj generaciji će biti veća nego u prethodnoj generaciji jer se odabiru najbolja rješenja prethodne generacije (s tim da će upasti i mali broj slabijih rješenja)[4].

Taj generacijski proces se ponavlja dok se ne ispuni uvjet završetka[2]. Uvjeti završetka mogu biti:

- Rješenje pronađeno,
- Maksimalan broj generacija generiran,
- Svi resursi iskorišteni (novac, računarsko vrijeme...),
- Kombinacija prethodnih uvjeta.

„Slika 1 – Šema genetičkog algoritma“ ilustrira rad genetičkog algoritma.

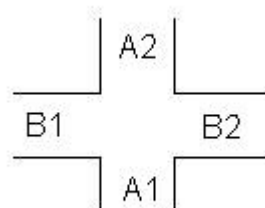


Slika 1 - Šema genetičkog algoritma[5]

III. PRIMJER RJEŠENJA PROBLEMA

Ovo rješenje se zasniva na rješenju predloženog u “Time Optimization for Traffic Signal Control Using Genetic Algorithm”[6].

Ceste u odnosu na raskrižje koje se promatraju nazivane su A1, A2, B1 i B2 (Slika 2). U odnosu na raskrižje, A1 je nasuprot A2, a B1 je nasuprot B2.



Slika 2 - Šema raskrižja

U rješavanju problema saobraćaja definiraju se ulazne vrijednosti:

- BVA1 Broj vozila na cesti A1,
- BVA2 Broj vozila na cesti A2,
- BVB1 Broj vozila na cesti B1 i
- BVB2 Broj vozila na cesti B2.

Funkcija pogodnosti će glasiti:

$$IP = ((BVA1 + BVA2)/(MV + PVA)) + ((BVB1 + BVB2)/(MV + PVB))$$

Gdje je:

- IP – indeks pogodnosti,
- MV – minimalno vrijeme signala,
- PVA – produžno vrijeme za ceste A1 i A2,
- PVB – produžno vrijeme za ceste B1 i B2.

IP predstavlja pogodnost rješenja. Što je IP manji, to je rješenje bolje. Kao MV se postavlja fiksna vrijednost od 10 sekundi. PVA i PVB su vrijednosti koje se pokušavaju dobiti genetičkim algoritmom i moguće vrijednosti su 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 sekundi (s tim da maksimalno trajanje ciklusa može biti 55 sekundu). Te vrijednosti je potrebno enkodirati u kromosom koji će predstavljati rješenje. Svaka vrijednost će biti enkodirana u svoj binarni peterobitni ekvivalent. Enkodiranje će se obaviti tako da prvih 5 biti kromosoma predstavljaju PVA, a druga 5 bita kromosoma predstavljaju PVB. Primjer jednog rješenja je prikazan u „Tabeli 4 – Primjer rješenja“. Jedan vremenski ciklus predstavlja vrijeme zelenog signala za ceste A1 i A2 zajedno s vremenom zelenog signala za ceste B1 i B2. Genetički algoritam se obavlja za svaki ciklus posebno.

TABELA 4 - PRIMJER RJEŠENJA

Kromosom (rješenje)	1001110011
---------------------	------------

Genetički algoritam za problem saobraćaja izgleda ovako:

1. Generira se inicijalna populacija koja se sastoji od 300 nasumično odabranih rješenja.
2. Provjerava se pogodnost svakog rješenja u trenutnoj populaciji i metodom ruletskog odabira se biraju 70% rješenja iz trenutne populacije za iduću generaciju.
3. Radi se rekombinacija nad novom populacijom na način da se nakon petog gena za dva kromosoma svi geni razmijene i tako nastali kromosomi predstavljaju novu populaciju.
4. Radi se mutacija nad svim rješenjima na način da svaki gen ima 0.01 posto vjerojatnoću da mutira.
5. Koraci 2. 3. i 4. se ponavljaju 8 puta i iz zadnje populacije se bira rješenje s najmanjim IP (manji IP = bolja pogodnost).

IV. REZULTAT RJEŠENJA

Napravljene su 2 simulacije gore opisanog raskrižja. U obje simulacije nakon svakog signala semafora pristize nasumični broj novih vozila u redove čekanja. U prvoj simulaciji duljine signala semafora su uvijek jednake, a u drugoj simulaciji

duljine signala se dobivaju pomoću gore objašnjenog genetičkog algoritma. Koristi se ukupno čekanje vozila na crvenom signalu kako bi se označile performanse algoritama i biti će označen sa simbolom U. U se dobije tako da se zbroje vremena čekanja na crvenom signalu za svako vozilo.

Jedna simulacija se sastoji od 30 ciklusa signala. U “Tabeli 5 – Rezultati simulacija” se mogu vidjeti rezultati 17 simulacija s statičnim vremenima signala i 17 simulacija s vremenima signala dobivenih genetičkim algoritmom.

TABELA 5 - REZULTATI SIMULACIJA

U za statički algoritam	U za genetički algoritam
28756	26893
31668	23573
28504	29168
29876	23699
28644	27547
33152	23964
27944	26388
30156	28320
29848	26226
30128	27505
31976	25936
30716	27191
29932	26024
31136	25255
30660	26391
27888	25794
28728	23215

Srednja vrijednost rezultata simulacija koje koriste statička vremena signala je 29983.06 sekundi, dok je srednja vrijednost rezultata simulacija koje koriste genetički algoritam samo 26064.06 sekundi.

V. ZAKLJUČAK

Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da genetički algoritam može skratiti vremena čekanja na crvenim signalima na raskrižjima s 4 ceste.

LITERATURA

- [1] IEA (2012). Technology roadmap. fuel economy of road vehicles., Technical report, Inter-national Energy Agency
- [2] Turky, Ahmad, Yusoff, “ The Use of Genetic Algorithm for Traffic Light and Pedestrian Crossing Control,” IJCSNS International

Journal of Computer Science and Network Security, VOL.9 No.2, February 2009.

[3] Banzhaf, Wolfgang; Nordin, Peter; Keller, Robert; Francone, Frank (1998). Genetic Programming – An Introduction. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann. ISBN 978-1558605107.

[4] Mitchell, Melanie (1996). An Introduction to Genetic Algorithms. Cambridge, MA: MIT Press. ISBN 9780585030944.

[5] <http://web.cs.ucdavis.edu/~vemuri/classes/ecs271/Genetic%20Algorithms%20Short%20Tutorial.htm> (pristupljeno 30.1.2015).

[6] Singh, Tripathi, Himakshi. "Time Optimization for Traffic Signal Control Using Genetic Algorithm". International Journal of Recent Trends in Engineering, Vol 2, No. 2, November 2009

This paper deals with the simulation of traffic at an intersection in order to evaluate the efficiency of traffic and how this efficiency can be increased by using genetic algorithm. The genetic algorithm and the way in which it can be implemented in traffic will be analyzed. An application will be made in order to simulate an intersection that uses genetic algorithm and based on the results of these simulations it will be proven that it really helps in traffic.

SIMULATION OF TRAFFIC AT AN INTERSECTION USING GENETIC ALGORITHM

Emina Junuz, Indira Hamulić, Tomislav Šimović

ABSTRACT