

Optimizacija kolonijom pčela

Seminarski rad u okviru kursa
Metodologija stručnog i naučnog rada
Matematički fakultet

Maja Vukolić, Marija Marković, Lea Petković, Marina Pilipović
majamejl@gmail.com, markovic.n.maja@gmail.com,
lea.bela.97@gmail.com, marinamejl@gmail.com

13. mart 2020

Sažetak

U ovom tekstu je ukratko prikazana osnovna forma seminarskog rada.

Sadržaj

1 Uvod	2
2 Pčele i strategija	2
2.1 Pčelinji ples	2
3 Istorija algoritma	3
4 Pčelinji algoritam	4
4.1 BCO algoritam	4
5 Primene algoritma	5
5.1 Prva primena	5
5.2 Druga primena	5
6 Zaključak	5
Literatura	5

1 Uvod

Ovde ide uvod

2 Pčele i strategija

Pčele se prema ulozi koje imaju dele na: matice, trutove i radilice. Pošto nama u algoritmu nije od značaja stvaranje pčela, akcenat se stavlja na treći vrstu – radilice. Postoje dva tipa radilica: ižviđači (engl. scout bees) i sakupljači (engl. forager bees).



Slika 1: Pčela „sakupljač” prilikom sakupljanja nektara.

Ižviđači konstantno pretražuju okruženje tražeći nove izvore nektara. Kreću se nasumično u okolini košnice, procenjujući vrednost resursa na koje najdu. Kada pronađu izvor hrane, vraćaju se u košnicu, odlaze u deo koji se naziva „podijum za igru” i izvode pčelinji ples, prikazan na slici 2. Pomoću ovog plesa objašnjavaju drugim pčelama put do novog izvora hrane. Nakon toga, one se vraćaju na izvor, ali sada u pratnji drugih pčela. Broj pčela koji će im se pridružiti zavisi od kvaliteta poruke koju prenose. Zahvaljujući ovom procesu, kolonija je u stanju da se fokusira samo na najvrednije izvore hrane.

Prirodno se nameće da je broj sakupljača mnogo veći od broja izviđača. Sakupljači na osnovu izvedenog plesa odlučuju da li će poći do izvora hrane ili ne. Zainteresovane pčele kreću na put. Takođe, pčela izviđač je, osim putanja, prenela i miris cveta na kom je bila, čime sakupljači znaju da se nalaze na pravom putu.

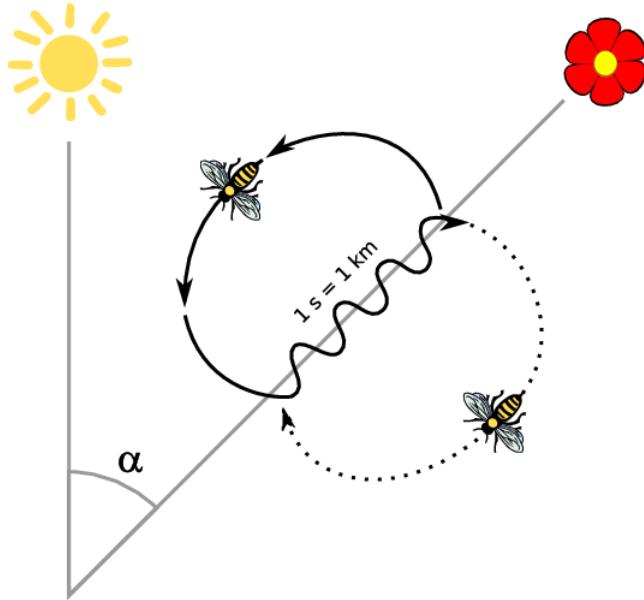
2.1 Pčelinji ples

Nemački zoolog Karl Von Frisch je 1973. otkrio da pčele među sobom komuniciraju plesom (engl. waggle dance). Na tzv. „plesnom podijumu” u košnici izviđači prenose poruku u dve faze:

- migoljenje
- kružni povratak, prvo u jednu, a zatim u drugu stranu

Na ovaj način se kodiraju: smer, udaljenost i kvalitet izvora hrane, a pčele koje nikad nisu napuštale košnicu tačno znaju gde treba da idu.

Najsloženiji podatak je *smer*. Pčele koriste položaj Sunca, odnosno, ugao pod kojim izvodi ples označava ugao u odnosu na pravac Sunca pod kojim pčele treba da krenu ka izvoru - cvetu. Ovo je prikazano na slici 2:



Slika 2: Ples pčele koji vrši u košnici, kako bi ukazala drugim pčelama na smer i udaljenost izvora hrane.

Udaljenost izvora se određuje na osnovu krive koju pčela izviđač opisuje prilikom plesa. Ako kruži, izvor se nalazi u radijusu od 50m. Ako je kriva u obliku znaka beskonačno, onda je izvor dalji od 150m; dok je u preostalim slučajevima izvor na udaljenosti između 50m i 150m.

Brzina i vreme trajanja plesa je proporcionalno oceni resursa pčele izviđača. Drugi izviđači takođe mogu opisivati isti izvor nektara. *Kvalitet* je veći što je veći broj pčela koje oglašavaju za jedan isti izvor, a samim tim sa njima će poći veći broj sakupljača.^[5]. Dokle god se smatraju vrednim, izvori hrane će "reklamirati" pčele sakupljači kroz ples u košnici. Novi regruti mogu takođe učestvovati u plesu i na taj način pozivati što više novih pčela da se priključe sakupljanju.

3 Istorija algoritma

U periodu 1999-2003, srpski akademici - Panta Lučić i Dušan Teodorović, predstavili su osnovne koncepte optimizacije kolonijom pčela (engl. bee colony optimization, BCO) kroz sistem pčela (engl. bee system) dok su vršili istraživanja u *Virginia Tech*^[2]. Optimizacija kolonijom pčela uvedena je 2005. godine kao metaheuristika za rešavanje problema uparivanja putovanja. Iste godine su Drias i Yahi modifikovali algoritam optimizacije rojem pčela (engl. bee swarm optimization) za problem MAX-W-SAT (engl. maximum weighted satisfiability problem). Takođe, D. T. Pham uvodi pčelinji algoritam (engl. bees algorithm) koji kombinuje pretraživanje susedstva i nasumično pretraživanje.^[3] Dok računarski inženjer

D. Karaboga uvodi algoritam optimizacije kolonijom pčela (engl. artificial bee colony, ABC) prvenstveno namenjen numeričkoj optimizaciji.

4 Pčelinji algoritam

Pčelinji algoritam je metod pretrage koji oponaša kolonije pčela pri kom potrage za hranom [1]. Profesor D. T. Pham, zajedno sa svojim saradnicima, je napravio i opisao algoritam 2005. godine. U svojoj osnovnoj verziji izvršava pretraživanje susedstva u kombinaciji sa globalnim pretraživanjem, i može se upotrebiti i za kombinatornu i za kontinuiranu optimizaciju. Koristi populaciju ageansa, odnosno veštačkih pčela, kako bi uzorkovao prostor rešenja. Pčele izviđači nasumično traže regije visoke funkcije prilagođenosti (globalna pretraga). Najsuspenjniji izviđači regru tuju promenljiv broj pčela koje tragaju za hranom kako bi pretraživali u okolini najboljih rešenja (lokalna pretraga). Ciklusi globalne i lokalne pretrage ponavljaju se dok se ne otkrije prihvatljivo rešenje ili ne prođe određeni broj iteracija. Efikasnost ovog algoritma se pokazala u mnogim istraživanjima. Među najpoznatijim pčelinjim algoritmima nalazi se **BCO** (engl. Bee Colony Optimization).

4.1 BCO algoritam

Optimizacija rojem pčela je zasnovana na analogiji između prirodnog ponašanja pčela u potrazi za nektarom i ponašanja optimizacionih algoritama u potrazi za optimumom [4]. Različite putanje koje pčele prelaze predstavljaju različita rešenja. Kod leta unazad, svaka pčela deli informaciju o kvalitetu njihovog parcijalnog/celokupnog rešenja. U algoritmu pretraživanja, do optimalnog rešenja se dolazi izračunavanjem funkcije cilja za svako parcijalno/celokupno rešenje. Opšti algoritam dat je u nastavku:

```

1 // B - broj pčela uključenih u pretragu
2 // N - broj letova od kosnice do cveta i nazad
3 // u jednoj BCO iteraciji
4
5 // Inicijalizacija: Dodeljuju se vrednosti promenljivama B i N,
6 // određuje se kriterijum zaustavljanja
7
8 do:
9     (1) Dodeli prazno rešenje svakoj pčeli
10    (2) for (k = 0; k < N; k++):
11        // let unapred
12        (a) for (i = 0; i < B; i++):
13            for (j = 0; j < f(N); j++):
14                (i) Proceni sve mogućnosti;
15                (ii) Izaberi naredni korak koristeci pravila
16                    ruleta;
17        // let unazad
18        (b) for (i = 0; i < B; i++):
19            Proceni kvalitet (parcijalnog/celokupnog)
20            rešenja za trenutnu pčelu;
21        (c) for (i = 0; i < B; i++):
22            Odrediti lojalnost na osnovu pravila ruleta
23            trenutne pčele i;
24        (d) for (i = 0; i < B; i++):
25            Ako pčeli i kojoj nije dodeljeno rešenje,
26            pravilom ruleta izaberi rešenje;
27        (3) Uporedi sva rešenja i izaberi najbolje
28            Azuriraj x_best i f(x_best) dok kriterijum zaustavljanja
29            ne bude zadovoljen
30
31 while (nije zadovoljen kriterijum)
```

Listing 1: Pseudokod *BCO* algoritma [2]

5 Primene algoritma

Ovaj algoritam našao je mnoge primene u inžinerstvu:

- Optimizacija klaster sistema
- Manufaktura
- Upravljanje
- Bioinžinjering
- Ostali problemi optimizacije
- Više-objektivna optimizacija

5.1 Prva primena

5.2 Druga primena

6 Zaključak

Ovde pišem zaključak.

Literatura

- [1] Marco Castellani. The Bees Algorithm WebPage. on-line at: <http://beesalgorithmsite.altervista.org>.
- [2] Tatjana Davidović, Dušan Teodorović, and Milica Šelmić. Bee colony optimization part i: The algorithm overview. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 25 (2015), Number 1, 33–56, 2014.
- [3] Dino Klemen. *Diplomski rad: Raspoznavanje uzoraka primjenom umjetne kolonije pčela*. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet Elektrotehničke i računarstva, 2011.
- [4] Stejpan Lojen. *Diplomski rad: Primjena heurističkih metoda u mještanjstvu*. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet Strojarstva i brodogradnje, 2016.
- [5] David R. Tarpy. The honey bee dance language. *North Carolina Cooperative extension service*, 2016.