

# Usporedba algoritama baziranih na roju pri traženju globalnih ekstrema

Marko Stojanović,  
Vanja Vuković

31. siječnja 2015.

- 1 Osnovni pojmovi i problematika
- 2 U znanstvenoj i stručnoj literaturi
- 3 O projektnom zadatku
- 4 Algoritmi
- 5 Testiranje i primjeri testnih funkcija
- 6 Rezultati testiranja
- 7 Grafičko sučelje

# Problem globalnog optimuma za nelinearne probleme

Dvije osnovne vrste problema:

- traženje optimuma na segmentu domene (npr. Schafferova F6 funkcija na  $[-100, 100]^2$ )
- traženje optimuma funkcija ograničenih sa nekim jednakostima i/ili nejednakostima na cijeloj domeni (npr. G funkcije).

# Meta-heuristike

- Meta-heuristike su strategije koje efikasno pretražuju prostor rješenja te pronalaze ona rješenja koja su blizu optimalnih.
- Postoje dvije glavne podjele metaheuristika:
  - strategija pretraživanja
    - bazirane na lokalnom pretraživanju
    - bazirane na komponentama koje *uče*
  - dimenzija
    - jedno rješenje
    - skup mogućih rješenja.

# Populacijski algoritmi

- Velika klasa algoritama:
  - evolucijski algoritmi, genetski algoritmi, PSO, ...
- Algoritmi bazirani na rojevima (eng. swarm intelligence) su podklasa populacijskih algoritama koji se oslanjaju na kolektivno ponašanje decentraliziranih i samostalnih čestica ili jedinki u roju.
- Primjer takvih algoritama su: PSO, mravlji algoritam i pčelinji algoritam.

# U znanstvenoj i stručnoj literaturi



W. ZHU, J. CURRY, *Parallel Ant Colony for Nonlinear Function Optimization with Graphics Hardware Acceleration*, Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (2009) 1803–1808

- Mravlji algoritam
- Ackley, Griewank, Penalty1, Penalty2, Quadratic, Rosenbrock, Rastrigin, Schwefel 1.2, Schwefel 2.22, Schwefel 2.21, Sphere, Step

# U znanstvenoj i stručnoj literaturi



B. ALATAS, *Chaotic bee colony algorithms for global numerical optimization*, Expert Systems with Applications 37 (2010) 5682–5687

- Pčelinji algoritam
- Griewank, Rosenbrock, Rastrigin

# U znanstvenoj i stručnoj literaturi



F. AGHAZADEH, M. R. MEYBODI, *Learning Bees Algorithm For optimization*, International Conference on Information and Intelligent Computing IPCSIT vol.18 (2011) 115–122

- Pčelinji algoritam
- De Jong<sup>1</sup> 1 i 2, Rastrigin, Ackley

---

<sup>1</sup>Postoji 5 De Jong funkcija: Sphere, Rosenbrock (Rosenbrock's vally), Step, Quadratic i Shekel's Foxholes



# U znanstvenoj i stručnoj literaturi



K. M. MALAN, A. P. ENGELBRECHT, *Characterising the searchability of continuous optimisation problems for PSO*, accepted for publication, Swarm Intelligence, SpringerLink vol.8 (2014)

- PSO
- Ackley, Griewank, Quadric, Rana, Rastrigin, Rosenbrock, Salomon, Spherical, Schwefel 2.26, Step

# U znanstvenoj i stručnoj literaturi



R. RAHMANI, R. YUSOF, *A new simple, fast and efficient algorithm for global optimization over continuous search-space problems: Radial Movement Optimization*, Applied Mathematics and Computation 248 (2014) 287–300

- RMO – vrsta PSO algoritma
- De Jong 1-5, Schaffer F6, Rastrigin, Griewank, Hyper-Ellipsoid, Ackley

# Projektni zadatak

- Implementacija 3 algoritama iz klase algoritama baziranih na roju (ABC, PSO, OPSO) u programskom jeziku C.
- Izvšavanje programskog koda na apache serveru.
- Korisničko sučelje izrađeno web tehnologijama.
- Putem korisničkog sučelja korisnik može određivati neke zajedničke (broj iteracija, testna funkcija) i neke specifične parametre (koeficijenti koji se koriste u algoritmu).
- Grafički prikaz rezultata.

# Pčelinji algoritam (ABC) - 1

- Algoritam predstavlja roj pčela koje traže nektar u cvijetnom polju.
- Puno parametara:
  - izviđači,
  - radilice (dva parametra),
  - 'elitni' izviđači  $\subset$  izviđači (dva parametra),
  - veličina okoline za pretraživanje,
  - dubina istraživanje dane okoline.
- Ne konvergira.

## Pčelinji algoritam (ABC) - 2

- Nasumično odaberemo mjesto na kojem će izviđači tražiti.
- U  $\epsilon$  okolinu najboljih  $e$  izviđača (eltni) saljemo po  $ne$  radilica, a u kolinu sljedećih  $m$  najboljih šaljemo po  $nm$  radilica ( $\epsilon = (|b_d| + |b_g|)/n$ ).
- $k$  'poditeracija' pretražujemo tu okolinu (fiksirana vrijednost u testiranju  $k = 10$ ).
  - Ako je pronađena bolja vrijednost u  $\epsilon$  okolini, suzi okolinu  $\epsilon = \epsilon * 0.8$
- Zapamti najbolju vrijednost i ponovi ciklus.

# Particle swarm optimisation - 1

- Algoritam se bazira na kretanju jata riba (i ptica).
- 4 promjenjiva parametra:
  - broj čestica u roju,
  - inercija čestice ( $\omega$ ), osobna komponenta čestice ( $\rho_p$ ), socijalna komponenta čestice ( $\rho_g$ ).
- Algoritam konvergira.

# Particle swarm optimisation - 2

1. Nasumično raspodijeli čestice po prostoru pretraživanja i zadaj im brzinu
2. Izračunaj novu poziciju:  $x_i + v_i \mapsto x_i$
3. Izračunaj novu brzinu:  $v_i = \omega v_{i,d} + \rho_p(p_i - x_i) + \rho_g(g - x_i)$
4. Ako nije zadovoljen uvjet vrati se na 2.

# Orbital particle swarm optimisation - 1

- Algoritam se zasniva na klasičnom PSO algoritmu uz lokalnu pretragu kao u ABC.
- Uz variable iz PSO algoritma dodana je i varijabla  $\epsilon$  koja određuje okolinu za lokalno pretraživanje za najbolju česticu
- Lokalno pretraživanje se vrši po orbitama dane čestice fiksiranjem jedne dimenzije i iteracijom po dimenzijama (za točku u dimenziji 30 dobijemo 30 novih točaka)



# Orbital particle swarm optimisation - 2

1. Nasumično raspodijeli čestice po prostoru pretraživanja i zadaj im brzinu
2. Izračunaj novu poziciju:  $x_i + v_i \mapsto x_i$
- 3.\* Za najbolju česticu izvrši pretragu po orbitama
4. Izračinaj novu brzinu:  $v_i = \omega v_{i,d} + \rho_p(p_i - x_i) + \rho_g(g - x_i)$
5. Ako nije zadovoljen uvjet vrati se na 2.

# Uvjeti testiranja

- 4 jezgri 64-bitni Intel procesor
- 8Gb RAM
- Linux operacijski sustav (2.6 kernel)
- Programski jezik C (kod prilagođen za 64-bitni sustav)
- Mersenne Twister generator pseudo-slučajnih brojeva (procesorsko vrijeme se koristi kao 'sjeme' za genereiranje)
- Apache2 server
- web tehnologije: Php i JavaScript

# Primjeri testnih funkcija - Sphera (De Jong 1)

- $f(x_i) = \sum_{i=1}^3 x_i^2, x_i \in [-5.12, 5.12], i = 1, 2, 3$

slika

# Primjeri testnih funkcija - Step (De Jong 3)

- $f(x_i) = \sum_{i=1}^5 \lfloor x_i \rfloor, x_i \in [-5.12, 5.12], i = 1, 2, 3, 4, 5$

slika

# Primjeri testnih funkcija - Schaffer F6

- $f(x, y) = 0.5 + \frac{\sin^2(\sqrt{x^2+y^2})-0.5}{[1+0.001 \cdot (x^2+y^2)]^2}, (x, y) \in [-100, 100]^2$

slika

# Primjeri testnih funkcija - Ackley

- $$f(x_1 \cdots x_{30}) = -20 \exp(-0.2 \sqrt{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} x_i^2}) - \exp(\frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} \cos(2\pi x_i)) + 20 + e, x_i \in [-30, 30], i = 1, 2, \dots, 30$$

slika



