



Heuristické optimalizačné procesy



Baktérie

Marian.Mach@tuke.sk
<http://neuron.tuke.sk/~machm>

November, 2016

Vyhľadávanie potravy

- Teória vyhľadávania potravy
 - $E(\text{príjem energie})/T(\text{časový interval})$
 - optimalizácia
- Distribúcia potravy
- Rozhodovanie
 - zotrvanie na stanovisku
 - presun na iné stanovisko
- Pohybový vzor
 - križovanie
 - striehnutie

Typ pohybu u baktérií

- špecifický mechanizmus pohybu
 - aerotaxis
 - thermotaxis
 - phototaxis
 - magnetotaxis
 - chemotaxis
- kolektívne chovanie
 - chemická komunikácia
 - svetelná komunikácia

Escherichia coli (E.coli)



- anaeróbna
- gramnegatívna
- bičíkatá
- množenie priečnym delením
- pamäť ?
- výskyt v hrubom čreve
- aj patogénne kmene
- modelový organizmus
- biotechnologické použitie
 - produkcia proteínov

Pohyb E.coli

- chemotaxia (atraktanty, repelanty)
- pohyb
 - senzory: chemické (rozoznávanie gradientu)
 - aktuátory: rotačný pohyb bičíkov
- dva základné pohyby
 - priamy pohyb
 - vychyľovanie Brownovým pohybom
 - obracanie
 - náhodné smerovanie, malý bias
 - neustále striedanie pohybu (bez zotrvačnosti)

Pohyb E.coli a koncentračný gradient

- izotrópne prostredie
 - bez živín a škodlivín
 - homogénna koncentrácia živín
 - predĺženie priameho pohybu, skrátenie doby obracania
- neizotrópne prostredie - gradient koncentrácie
 - smer pohybu nie je gradientom ovplyvnený
 - smer zvyšovania koncentrácie
 - predlžovanie priameho pohybu
 - smer znižovania koncentrácie
 - skracovanie priameho pohybu (na homogénnu úroveň)
 - v konečnom dôsledku stúpa proti gradientu

Ovplyvňovanie pohybu E.coli

- eliminácia
 - zánik baktérií vplyvom prostredia
- rozptýlenie
 - presunutie baktérií z nejakého regiónu na novú pozíciu
- sociálne chovanie
 - vylučovanie atraktantu
 - zhlukovanie baktérií do skupín
 - pohyb v podobe skupiny s vyššou hustotou

BFO vs. pohyb E.coli

▪ BFO

- numerická optimalizácia
- priestor kandidátov
- ohodnocovacia funkcia $g()$
- funkcia $\text{step}()$
- adaptivita funkcie $\text{step}()$
- preferencia sľubných regiónov
- funkcia $\text{init}()$

▪ E.coli

- pohyb baktérie
- prostredie
- koncentrácia živín
- obracanie + priamy pohyb
- dĺžka priameho pohybu
- sociálne chovanie
- eliminácia a disperzia

BFO: funkcia step()

- určenie smeru pohybu
 - generovanie náhodného vektora
 - $\Delta = [\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_p]$, kde $-1 \leq \Delta_i \leq 1$
 - vytvorenie jednotkového smerového vektora
 - $\Delta_s = \Delta / (\Delta^T \cdot \Delta)^{0.5}$
- vykonanie pohybu v danom smere
 - $\theta = \theta + C * \Delta_s$
 - *opakovať pokiaľ nenastane (čo nastane skôr)*
 - $g(\text{nová pozícia}) \geq g(\text{predchádzajúca pozícia})$
 - *bol vykonaný maximálny počet opakovaní*

Štruktúra BFO

- input: π
- output: $r \in S$
- $\{b_1, \dots, b_s\} = \text{URP}()$
- **for** $l=1, \dots, N_{ed}$
- **for** $k=1, \dots, N_{re}$
- **for** $j=1, \dots, N_c$
- **for** každú baktériu b_p
- generuj Δ_s
- $i = 1$
- posun b_p o C
- **while** zlepšenie & $i < \max$
- posun b_p o C
- **endwhile**
- **endfor** každú baktériu
- **endfor** $j=1, \dots, N_c$
- **endfor** $k=1, \dots, N_{re}$
- **endfor** $l=1, \dots, N_{ed}$

```
reprodukuje_bakterie()  
endfor  $j=1, \dots, N_{re}$   
disperzia_bakterii()  
endfor  $j=1, \dots, N_{ed}$   
 $r = \text{najlepsia\_bakteria}$   
  
return  $r$ 
```

BFO: reprodukcia a disperzia

- Reprodukcia – *intenzifikácia hľadania*

- Meranie zdravia baktérie

- $H(b_j) = \sum_{t=0,-1,\dots,-Nc} g(b_i(t))$

- Mechanizmus

- old: $b_1, \dots, b_k, b_{k+1}, \dots, b_{s-k}, b_{s-k+1}, \dots, b_s$

- new:

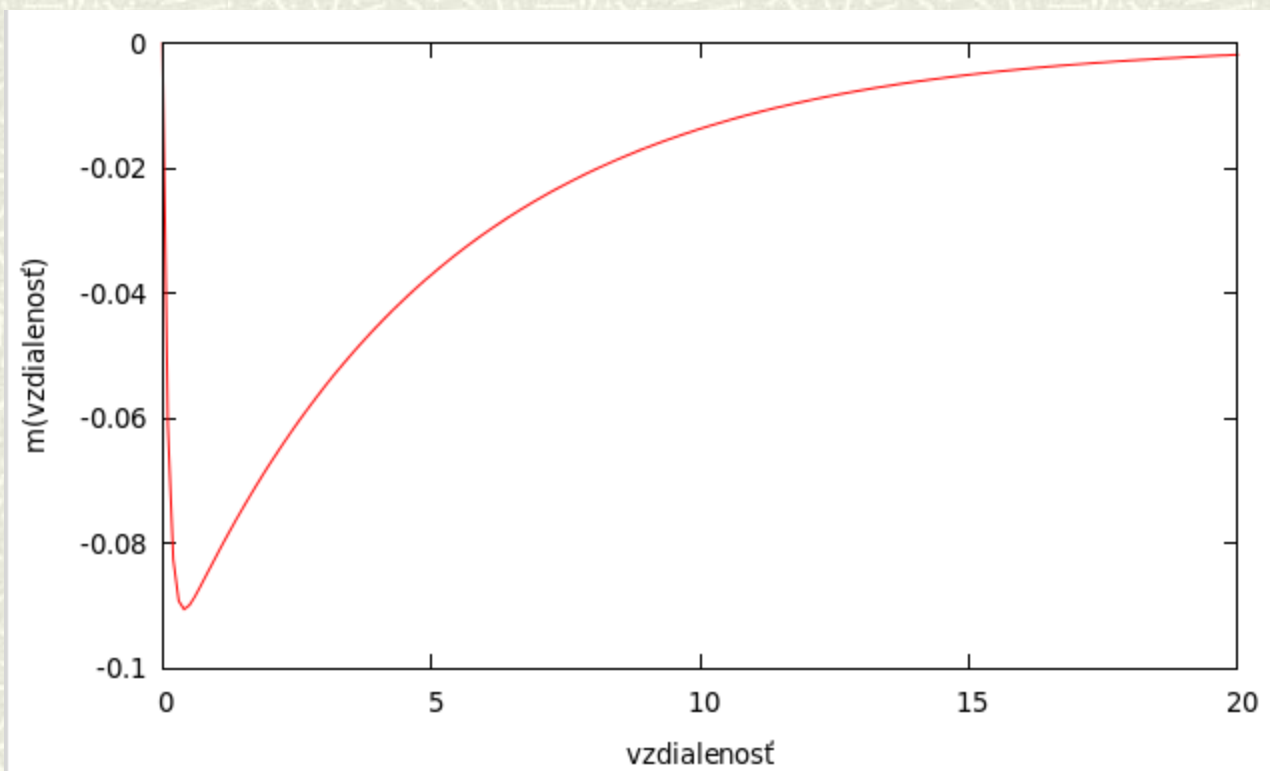


- Disperzia – *randomizácia hľadania*

- pravdepodobnostná náhrada baktérie novou, vybranou použitím URP

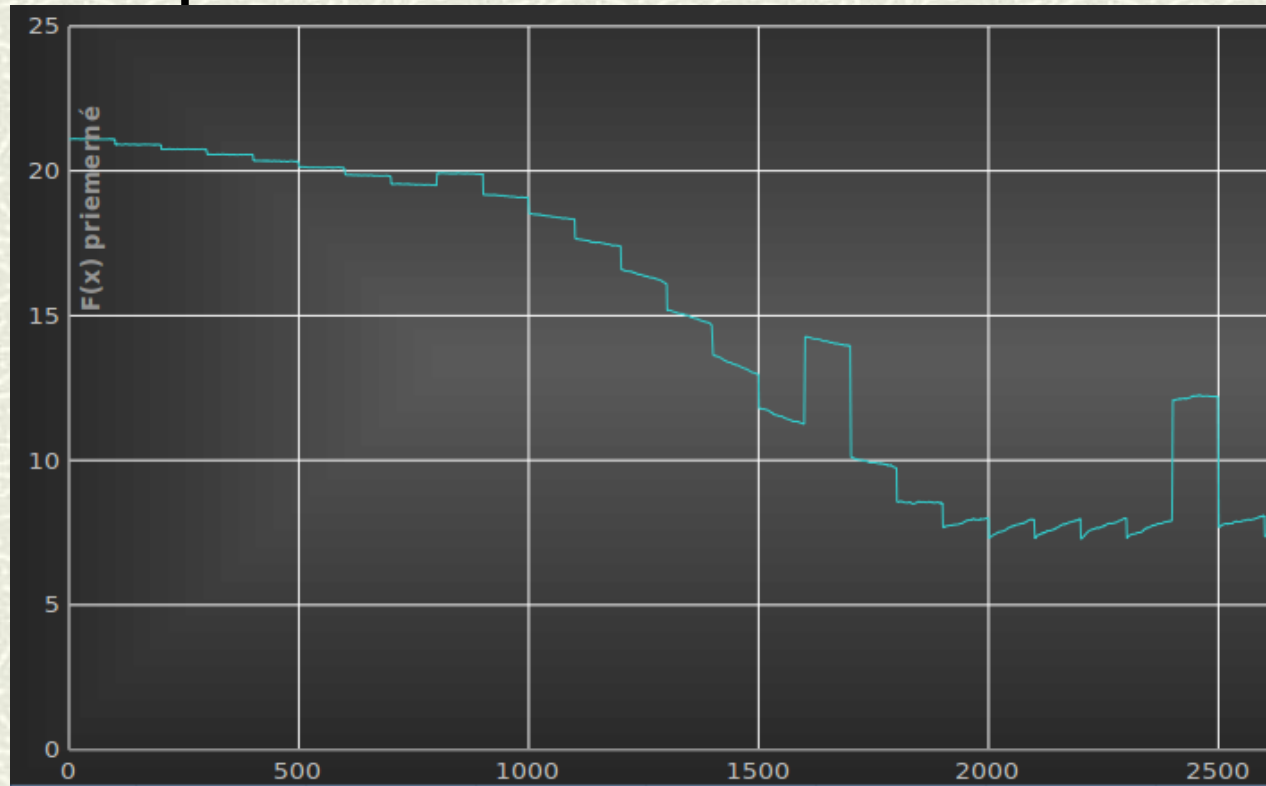
BFO: sociálne chovanie

- ovplyvňovanie modifikáciou $g()$
 - $g(b_{1j}) = g(b_j) + \sum_{k=1, \dots, S} m(\text{vzdialenosť}(b_j, b_k))$
 - $m()$ je definovaná:



BFO: vylepšenia

- stagnácia prehl'adávania



- ... adaptivita veľkosti kroku