



# Heuristické optimalizačné procesy

Baktérie

prednáška 7

Ing. Ján Magyar, PhD.  
ak. rok. 2023/2024 ZS

# Vyhľadávanie potravy

teória vyhľadávania potravy

$E$  (príjem energie) /  $T$  (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)

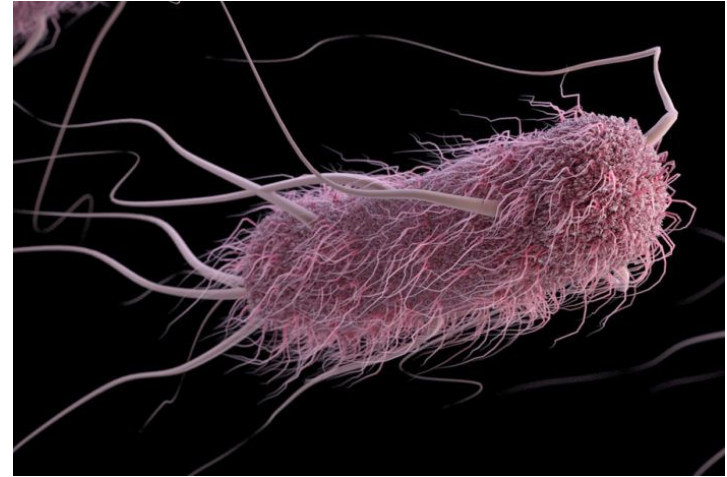
anaeróbna

gramnegatívna

bičíkatá

množenie priečnym delením

pamät'?



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

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 škodivín

- homogénna koncentrácia živín - predĺženie priameho pohybu, skrátenie doby obrácania

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  $step()$

**adaptivita** funkcie  $step()$

preferencia sľubných regiónov

funkcia  $init()$

## 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:

$$\Delta = [\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_p], \text{ kde } -1 \leq \Delta_i \leq 1$$

vytvorenie jednotkového smerového vektora

$$\Delta_s = \Delta / (\Delta^T \cdot \Delta)^{1/2}$$

vykonanie pohybu v danom smere

$$\theta = \theta + C \cdot \Delta_s$$

opakovať pokiaľ nenastane (čo nastane skôr)

$$g(\text{nová pozícia}) \geq g(\text{predchádzajúca pozícia})$$

bol vykonaný maximálny počet opakovaní

# Štruktúra BFO

input:  $\pi$ , max

output:  $r \in S$

$\{b_1, \dots, b_s\} = urp()$

**for**  $l=1, \dots, N_{ed}$

**for**  $k=1, \dots, N_{re}$

**for**  $j=1, \dots, N_c$

**for** každú baktériu  $b_p$

                generuj  $\Delta_s$

$i = 1$

                posun  $b_p$  o C

**while** zlepšenie &  $i < \text{max}$

                    posun  $b_p$  o C

$i = i + 1$

**endwhile**

**endfor** každú baktériu

**endfor**  $j=1, \dots, N_c$

*reprodukuj\_bakterie()*

**endfor**  $k=1, \dots, N_{re}$

*disperzia\_bakterii()*

**endfor**  $l=1, \dots, N_{ed}$

$r = \text{najlepsia\_bakteria}$

**return** r


# BFO: reprodukcia

intenzifikácia hľadania

meranie zdravia baktérie:  $H(b_i) = \sum_{t=0, -1, \dots, -N_c} g(b_i(t))$

mechanizmus

old:  $b_l, \dots, b_k, b_{k+l}, \dots, b_{s-k}, b_{s-k+l}, \dots, b_s$

new:   $b_{k+l}, \dots, b_{s-k}, b_{s-k+l}, \dots, b_s, b_{s-k+l}, \dots, b_s$

## **BFO: disperzia**

randomizácia hľadania

pravdepodobnostná náhrada baktérie novou

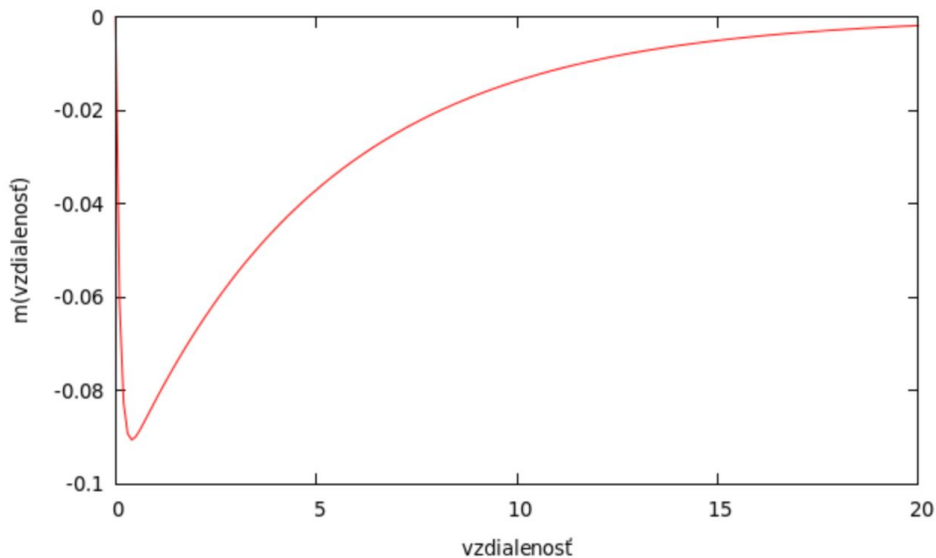
výber použitím URP

# BFO: sociálne chovanie

ovyplvňovanie modifikáciou  $g()$

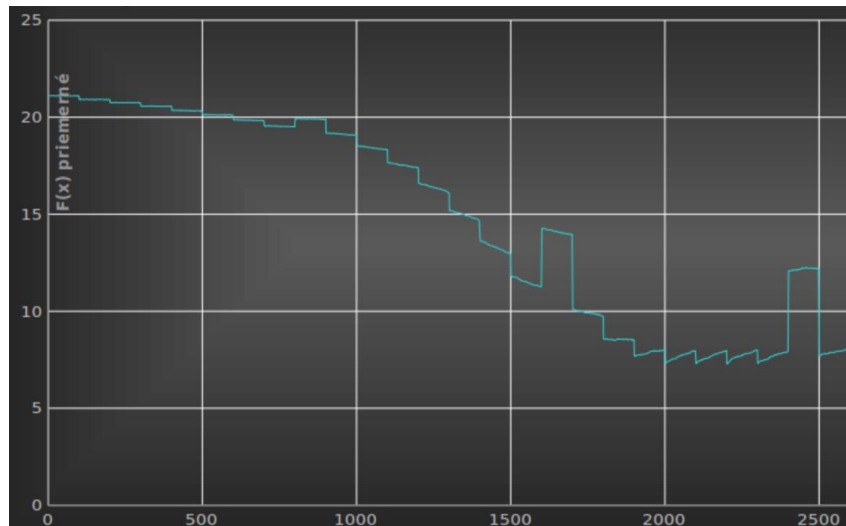
$$g(b_{lj}) = g(b_j) + \sum_{k=1, \dots, s} m(\text{vzdialenosť}(b_j, b_k))$$

$m()$  je definovaná



# BFO: vylepšenia

stagnácia prehl'adávania...



... adaptivita veľkosti kroku

**otázky?**