



# Heuristické optimalizačné procesy

Mravčie kolónie

prednáška 8

Ing. Ján Magyar, PhD.  
ak. rok. 2022/2023 ZS

# Prírodný mravec

takmer slepý

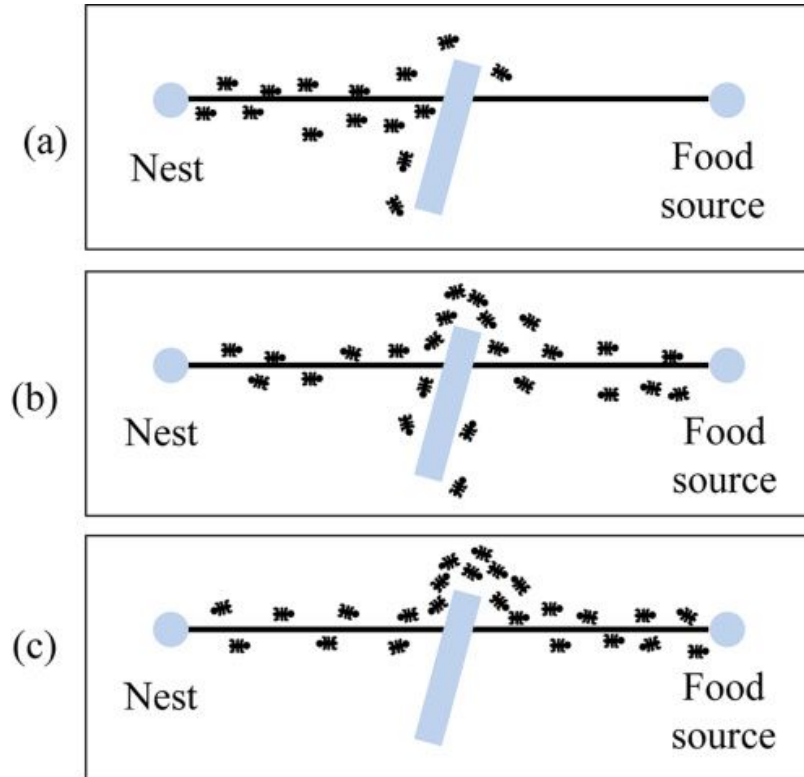
komunikácia chemickým spôsobom - kladenie feromónovej stopy

pohyb

- v neznámom prostredí náhodný pohyb
- pri natreffení na feromónovú stopu s vysokou pravdepodobnosťou sleduje stopu

kolektívne chovanie - vytváranie priamej cesty medzi mraveniskom a zdrojom potravy

# Hľadanie najkratšej cesty



# Umelý mravec

nie je úplne slepý (videnie obmedzené na najbližšie okolie)

oneskorené kladenie feromónovej stopy

pridanie pamäti

pohyb - rozhodnutie o smere ovplyvňované intenzitou feromónovej stopy

existencia v diskretnom okolí - čas a priestor

# Mravčí svet

umelý svet

- modelovaný neorientovaným váženým grafom

- ak dva vrcholy sú spojené hranou, tak mravec môže prejsť z jedného vrcholu do druhého

- hrana  $(i, j)$  - dvojito vážená

  - vzdialenosť medzi vrcholmi (statická váha  $d_{ij}$ )

  - feromónové pokrytie (dynamická váha  $\tau_{ij}$ )

mravec

- nachádza sa iba vo vrchovoloch grafu

- pravdepodobnostné generovanie cesty

cieľ: vytvorenie najkratšej cesty

# Výber smeru pohybu

pamäť = zakázaný zoznam

faktory výberu

feromónová intenzita:  $\tau_{ij}(t)$

viditeľnosť:  $\eta_{ij} = 1/d_{ij}$

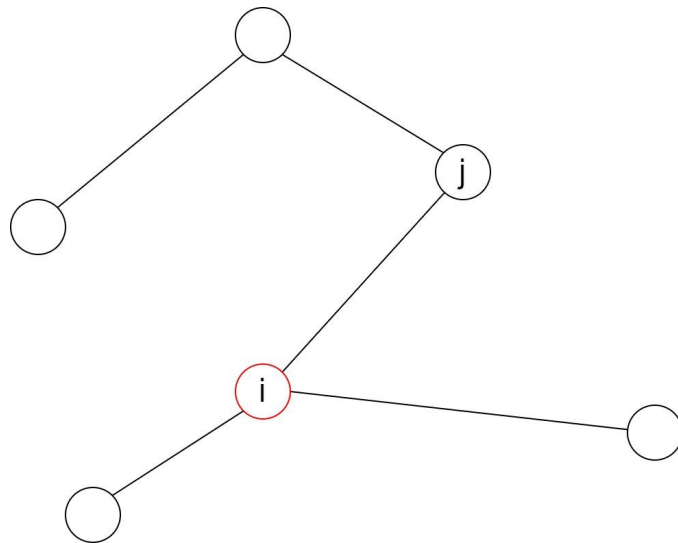
pravdepodobnosť výberu

povolený prechod:

$$p_{ij}(t) = [(\tau_{ij}(t))^\alpha \times (\eta_{ij})^\beta] / \sum_k [(\tau_{ik}(t))^\alpha \times (\eta_{ik})^\beta]$$

zakázaný prechod:

$$p_{ij}(t) = 0$$



# Feromónové hospodárstvo

inicializácia - uniformná distribúcia:  $\tau_{ij}(0) = \tau(0)$

update - až všetky mravce prejdú celú cestu

pre každú hranu:  $\tau_{ij}(t+1) = \rho\tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}$ , kde

odparovanie:  $(1 - \rho)$

kumulatívny inkrement:  $\Delta\tau_{ij} = \sum_k \Delta\tau_{ij}(k)$

príspevok  $k$ -teho mravca:  $\Delta\tau_{ij}(k) = Q / L_k$

# Štruktúra AS

input:  $\pi$ , max

output:  $r \in S$

$r \leftarrow \square$   $g(r) = \infty$

$i = 1$

**repeat**

*initialize-ants()*

**while** ( **not** *memory-full()* )

*move-ants()*

*update-memory()*

**endwhile**

$s = \text{shortest-path}()$

**if** (  $g(s) < g(r)$  ) **then**

$r = s$

**endif**

*contributions()*

*update()*

$i = i + 1$

**until**  $i > \text{max}$

**return**  $r$



# AS ako prehľadávací algoritmus

konštrukčné lokálne prehľadávanie

prehľadávanie je vykonávané v umelom svete

- TSP - algoritmus je priamo použiteľný

- iný problém - predefinovanie umelého sveta

  - topológia sveta

  - vlastnosti sveta (viditeľnosť)

  - zmeny sveta (spôsob udržiavania feromónu)

AS je populačnou verziou AICS

# MAXSAT - topológia umelého sveta

svet pozostáva z  $2n$  (každý možný literál) miest

možných prechodov je  $2n(n-1)$

výber nasledujúceho mesta je dvojkrokový:

1. výber premennej (dvojice možných miest)  
náhodný výber doposiaľ neobsadenej premennej
2. výber hodnoty  
heuristický výber (intenzita feromónu a viditeľnosť)

# MAXSAT - dynamika umelého sveta

nositeľom charakteristík sú uzly a nie hrany

viditeľnosť - nestatická

$$\eta_{ij} = 1 / (1 + g(s + \langle i=j \rangle) - g(s))$$

výber hodnoty - iba z dvoch možných prechodov

$$p_{ij}(t) = [(\tau_{ij}(t))^\alpha \times (\eta_{ij})^\beta] / \sum_{k=1,2} [(\tau_{ik}(t))^\alpha \times (\eta_{ik})^\beta]$$

update feromónu

$$\tau_{ij}(t+1) = \rho \times (\tau_{ij}(t) + Q/g(s))$$

**otázky?**