



Heuristické optimalizačné procesy

Mravčie kolónie

prednáška 8
Ing. Ján Magyar, PhD.
ak. rok. 2024/2025 ZS

Prírodný mravec

takmer slepý

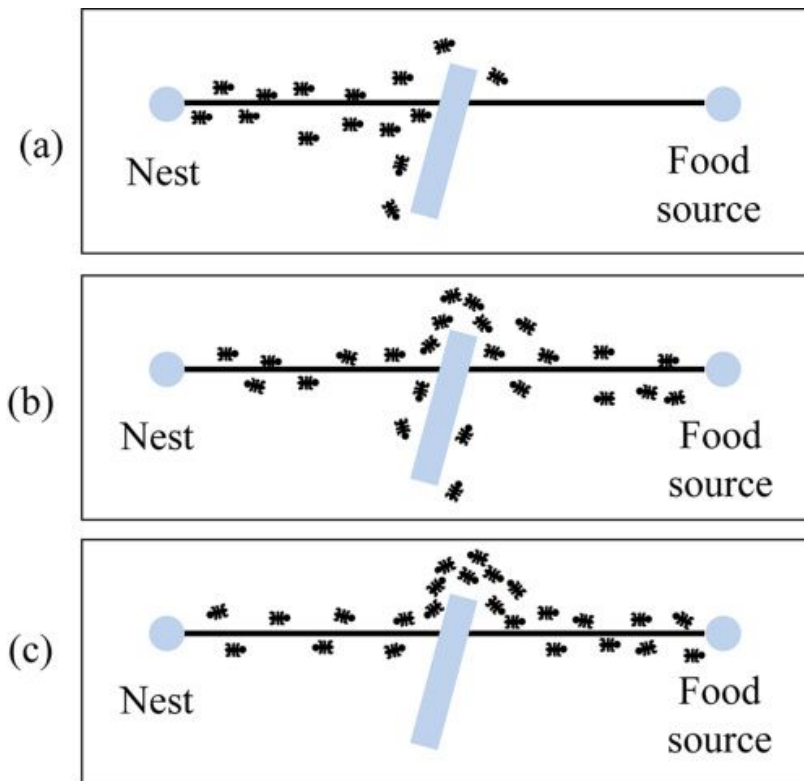
komunikácia chemickým spôsobom - kladenie feromónovej stopy

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 τ_{ij})

mravec

- nachádza sa iba vo vrcholoch grafu

- pravdepodobnostné generovanie cesty

cieľ: vytvorenie najkratšej cesty

Výber smeru pohybu

pamäť = zakázaný zoznam

faktory výberu

feromónová intenzita: $\tau_{ij}(t)$

viditeľnosť: $\eta_{ij} = 1/d_{ij}$

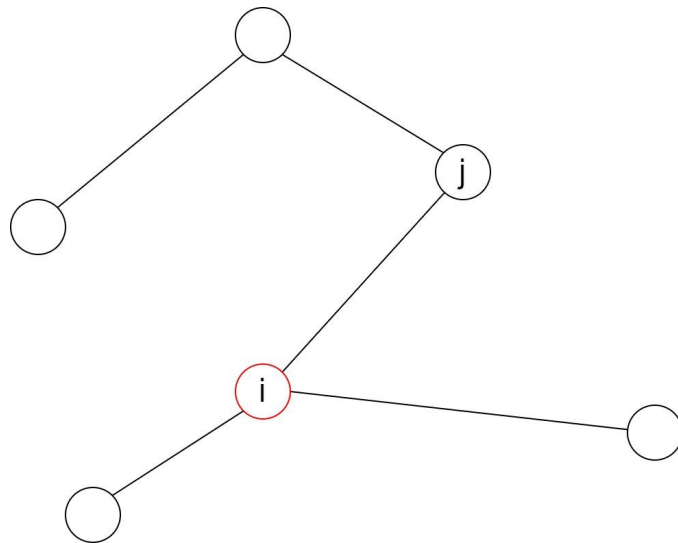
pravdepodobnosť výberu

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: π , 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

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

aktualizácia feromónu

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

otázky?