

Swarm computation

môžu byť využité v biológii (stratégie sberačských a bojových výprav mravcov alebo výstavba medových buniek v úle) rovnako dobre ako pri optimalizácii vo forme kolónie mravcov vykazujúcej flexibilitu a robustnosť v dynamickom prostredí (problém obchodného cestujúceho, quadratic assignment, sequential ordering, telekomunikácie a network routing, rozvrhy, ofarbovanie grafov, partitioning, a multiple knapsack problémy). Spolu s "kultúrnymi" algoritmi používajú spoločný "zdroj" vedomostí z ktorého sa vynára riešenie. Jednotliví agenti tu neprežívajú ako riešenia z generácie na generáciu ako v ostatných evolučných algoritmoch.

Biologické simulácie typicky diferenciálnymi rovnicami, novšie nahradzujeme popis zložitej globálnej dynamiky modelovaním lokálnych interakcií medzi jednotlivými organizmami a faktormi prostredia. Každý jedinec v populácii je reprezentovaný programom a jeho život procesom, modelujúcim udalosti ako narodenie, styk s dynamickým prostredím, párenie sa a reprodukciu, a smrť.

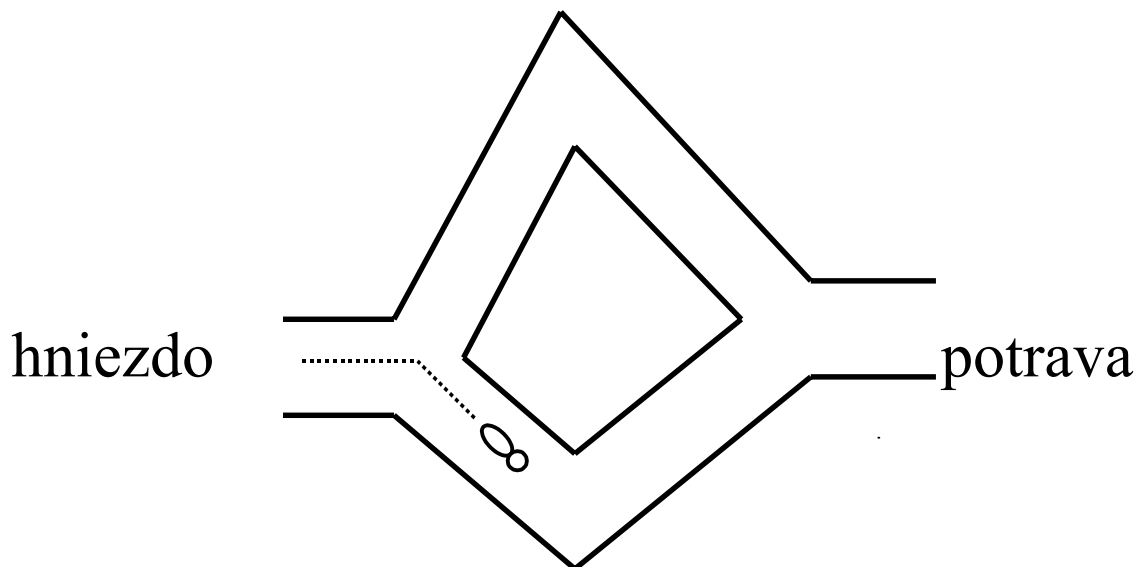
Ant colony optimization

(Optimalizácia mravčou kolóniou)

Marcelo Dorigo 1991

<http://iridia.ulb.ac.be/~mdorigo/ACO/ACO.html>

inšpirovaný experimentom (Gross 1989)



Ant colony optimalizácia najkratšej cesty:

mravec zanecháva stopu feromónu na svojej ceste - krátka cesta znamená viac feromónu - viac mravcov bude nasledovať (mravec sa rozhoduje stochasticky, proporcionálne k hustote feromónu na možnej ceste)

Vysvetlenie princípu: autokatalýza, pozitívna spätná väzba pomocou nepriamej formy komunikácie - "stigmergy" lokálnou modifikáciu prostredia.

Nech $G=(N,E)$ súvislý graf na n vrchoch. Každá hrana (i,j) je ohodnotená premennou τ_{ij} nazvanou umelá feromónová stopa, ktorá je úmerná ohodnoteniu mravcov na užitočnosť použitia tejto hrany k vybudovaniu dobrého riešenia. Každý mravec rieši po krokoch na každom vrchole, ktorý ďalší vrchol navštívi. Keď je mravec k na vrchole i , pravdepodobnosť kroku na vrchol j z množiny N_i susedov vrcholu i je

$$p_{ij}^k = \begin{cases} \frac{\tau_{ij}}{\sum_{j \in N_i} \tau_{ij}} & \text{pre } j \in N_i \\ 0 & \text{pre } j \notin N_i \end{cases}$$

Pri priechodu hranou v čase t mravec zanecháva konštantnú stopu feromónu

$$\tau_{ij}(t) \leftarrow \tau_{ij}(t) + \Delta\tau$$

Aby sa zabránilo predčasnej konvergencii, feromón sa pri každej iterácii "vyparuje"

$$\tau \leftarrow (1 - \rho)\tau, \quad \rho \in (0, 1]$$

V praktických aplikáciách je množstvo deponovaného feromónu umiestnené až po dosiahnutí riešenia mravcom, a je priamo úmerné kvalite tohto riešenia. Ako príklad môže slúžiť TSP.

Obecné charakteristiky:

- Každý mravec môže nájsť riešenie, ale dobré riešenia sa iba vynárajú z kolektívnej interakcie.
- Každý mravec používa iba lokálnu informáciu dostupnú vo vrchole a okolitých hranách.
- Komunikácia iba nepriamo množstvom feromónovej stopy.
- Mravce samotné sa neadaptujú!

Výhodné pri špeciálnych NP problémoch, pri dynamickej zmene problému s časom a pri priestorovo distribuovanej architektúre.

Knihy:

Bonabeau E., M. Dorigo & T. Theraulaz
(1999). **From Natural to Artificial Swarm
Intelligence**. New York: Oxford University
Press.

Corne D., M. Dorigo & F. Glover, Editors
(1999). **New Ideas in Optimisation**.
McGraw-Hill

Konferencie a semináre

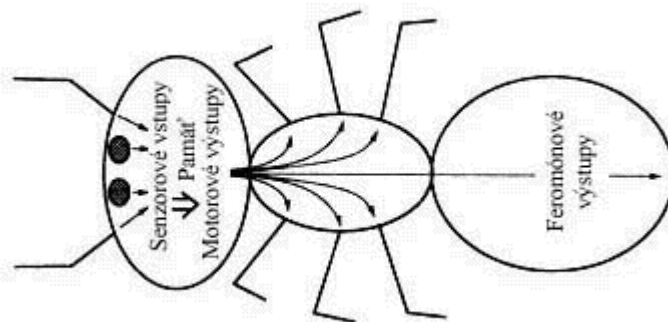
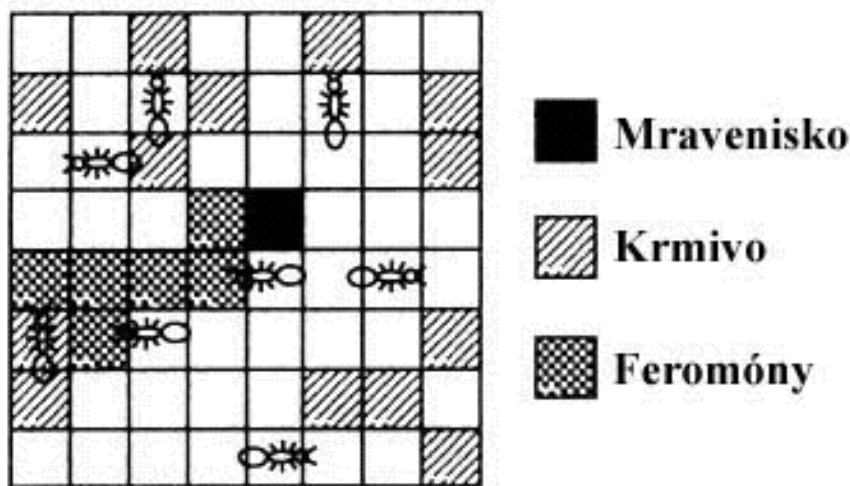
**ANTS'2000 - From Ant Colonies to Artificial
Ants: Second International Workshop on Ant
Algorithms**, Brussels, Belgium, September 8-9,
2000.

Ant Colony Methods Session at 1999 Congress
on Evolutionary Computation,
Washington DC, USA, July 6-9, 1999

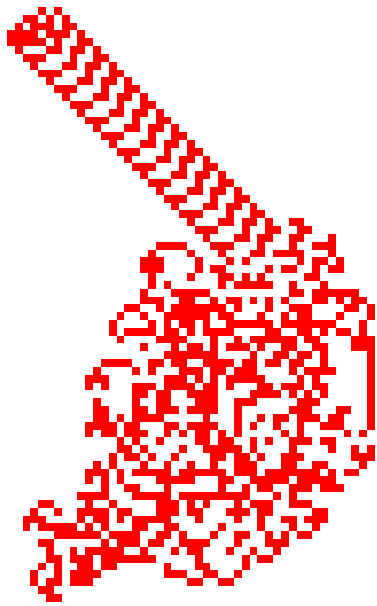
**ANTS'98 - From Ant Colonies to Artificial
Ants: First International Workshop on Ant
Colony Optimization**, Brussels, Belgium,
October 15-16, 1998.

Ant Colony Optimization Session at INFORMS
Tel Aviv 1998, Tel Aviv, Israel

Iný prístup: **AntFarm**, Simulátor "reálnych" mravcov (Collins a Jefferson, 1990). Implementovaný paralelne na Connection Machine, simuluje súčasne 16 384 kolónií po 128 mravcoch, genom každého tvorí 25 590 bitov (v systéme Genesys ich bolo iba 450). Mravenisko a okolie tvorí mriežka 16x16 buniek.



Genom každého jedinca z kolónie rovnaký, riadi ho rekurentná neurónová sieť, vstup informácie od senzorov o potrave a o feromónovej stope v okolí 3x3, o tom, či jedinec nesie práve potravu, o relatívnej polohe voči mravenisku (pamäť 21 bitov), výstup ovláda motory pre pohyb, manipuláciu s potravou. Kolónie sa vyvíjajú ako jeden superorganizmus pomocou genetického algoritmu, ohodnocovaného schopnosťou zhromažďovať potravu.



C. Langtonove mravce
Nekonečná rovinná mriežka,
bunky biele (na počiatku) a
červené. Na počiatku je
mravec v strede mriežky. Je
mu daný počiatočný smer (J,
S, V, Z). Posunuje sa o jednu
bunku vpred, ak príde na
červenú (bielu) bunku, tak
zmení jej farbu na opačnú
otočí sa vľavo (vpravo).

4 mravce na toroide po 28000 krokov, kedy
pozície mravcov sú obnovované sekvenčne.

