



Algorytm mrówkowy

dr hab. inż. Jerzy Balicki, prof. nadzw.

Algorytm kolonii mrówek

- Algorytmy należą do grupy algorytmów naśladujących zachowanie się prostych organizmów żyjących w wielkich społecznościach.
- W szczególności algorytmy mrówkowe naśladują zachowanie mrówek lub termitów poszukujących pożywienia i następnie znajdujących najkrótsze drogi do pożywienia.
- *Ant colony algorithm*, Marco Dorigo w 1992 (PhD thesis).

Marco Dorigo

- Optimization, Learning, and Natural Algorithms, Ph.D., 1992
- The Robot Shaping Approach to Behavior Engineering, Habilitation, 1995
- IRIDIA, UNIVERSITE' LIBRE DE BRUXELLES, BELGIUM. Research director



Algorytm kolonii mrówek

- Szacuje się, że na świecie żyje około 10^{16} mrówek w koloniach liczących do 30 milionów osobników.
- Złożone zachowanie i współdziałania owadów w koloniach.



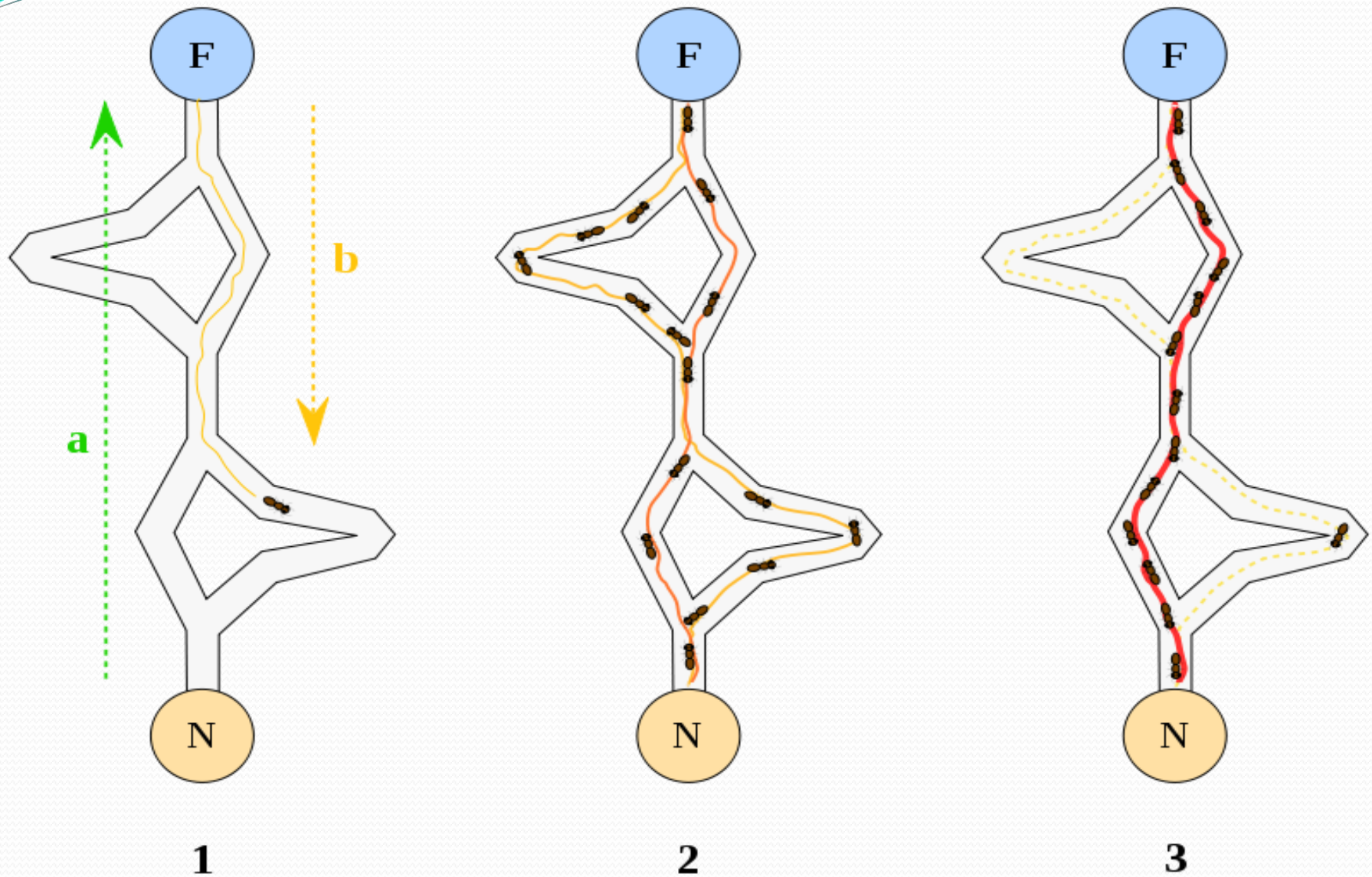
Algorytm kolonii mrówek

- Mrówki początkowo poruszają się chaotycznie.
- Po znalezieniu pożywienia coraz więcej mrówek porusza się po tej samej drodze do pożywienia, aby w końcu wszystkie mrówki poruszały się po najkrótszej drodze.
- Mrówki wydzielają i pozostawiają na drodze specyficzny zapachowy związek chemiczny, *feromon*, zostawiają w ten sposób ślad swojej drogi.
- Inne mrówki z kolei poruszając się wybierają z większym prawdopodobieństwem drogę, na której jest *silniejszy zapach feromonu*.

Algorytm kolonii mrówek

- Jeżeli do pożywienia są możliwe drogi o różnej długości, to mrówki poruszając się początkowo losowo, stopniowo pozostawiają *silniejszy ślad na drodze krótszej, ponieważ przebywają na niej krócej*.
- Początkowo niewielkie różnice w koncentracji zapachu szybko się powiększają dzięki temu, że następne mrówki wybierają krótszą drogę, bo na niej jest silniejszy zapach (dodatnie sprzężenie zwrotne).
- Inne mrówki z kolei poruszając się wybierają z większym prawdopodobieństwem drogę, na której jest silniejszy zapach feromonu.

Algorytm kolonii mrówek



Algorytm kolonii mrówek

- Mrówka rozpoczyna drogę od węzła startowego.
- W każdym węźle mrówka decyduje, którą krawędź wybrać.
- Jeżeli mrówka k znajduje się w węźle i w epoce t , wybiera jako następny węzeł j z prawdopodobieństwem:

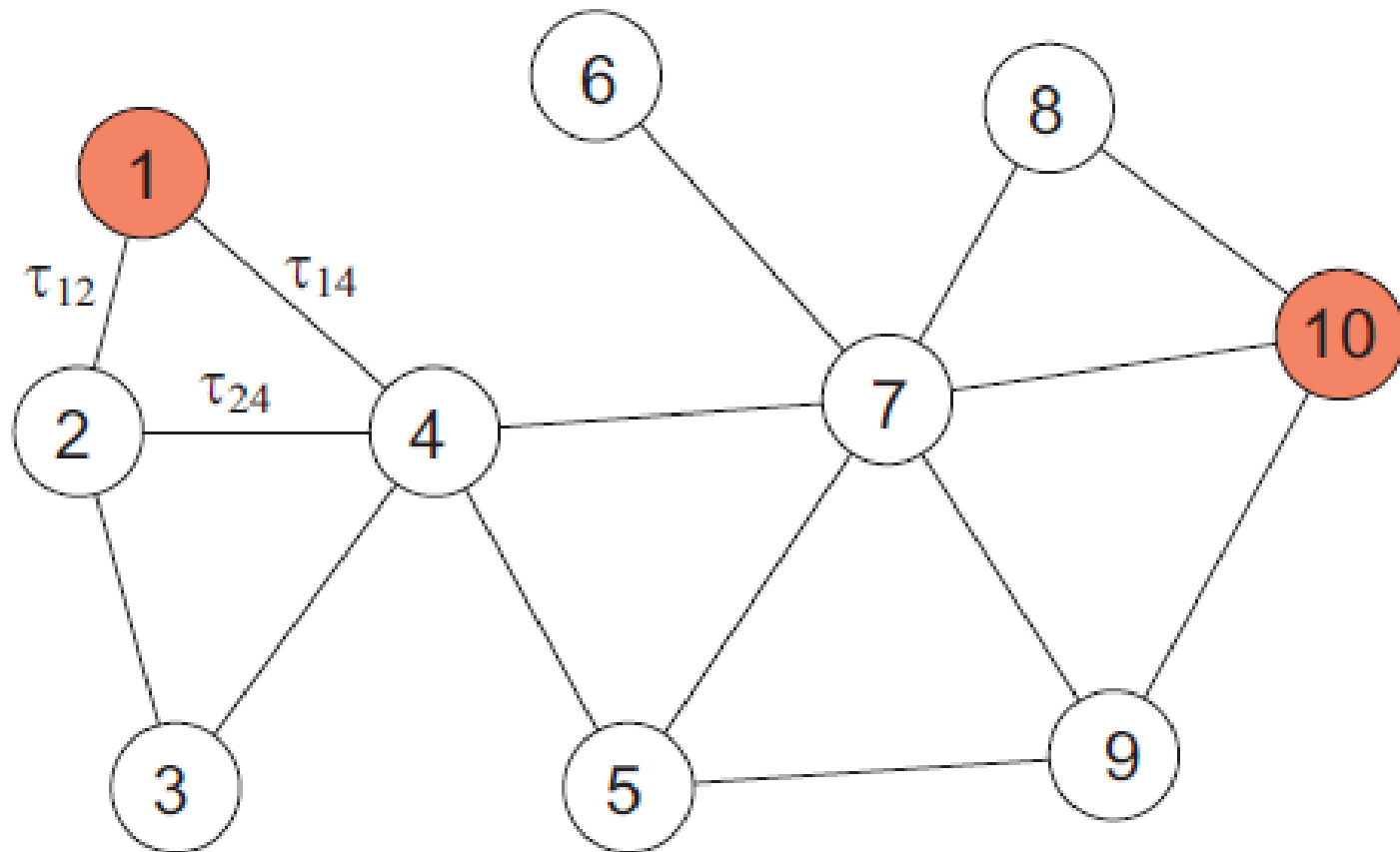
$$p_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{\tau_{ij}^\alpha(t)}{\sum_{j \in \mathcal{N}_i^k} \tau_{ij}^\alpha(t)} & \text{jeżeli } j \in \mathcal{N}_i^k \\ 0 & \text{w przeciwnym razie} \end{cases}$$

\mathcal{N}_i^k jest zbiorem dopuszczalnych, w odniesieniu do mrówki k , węzłów połączonych krawędziami z węzłem i (zakłada się, że mrówka nie zawraca),

α jest dodatnią stałą,

τ_{ij} jest całkowitą ilością feromonu na krawędzi (ij)

Algorytm kolonii mrówek



Algorytm kolonii mrówek

Gdy wszystkie mrówki przejdą drogę od węzła startowego do końcowego, usuwane są wszystkie pętle, które mrówki mogły przebyć i na wszystkich krawędziach (i, j) na drodze przebytej przez każdą mrówkę umieszcza się feromon w **ilości**:

$$\Delta\tau_{ij}^k(t) \propto \frac{1}{L^k(t)}$$

gdzie $L^k(t)$ jest długość trasy przebytej przez mrówkę k w epoce t .

Algorytm kolonii mrówek

Całkowita ilość feromonu na krawędzi (ij) , na początku epoki $t + 1$ wynosi:

$$\tau_{ij}(t + 1) = \tau_{ij}(t) + \sum_{k=1}^{n_k} \Delta \tau_{ij}^k(t).$$

gdzie n_k jest liczbą mrówek.

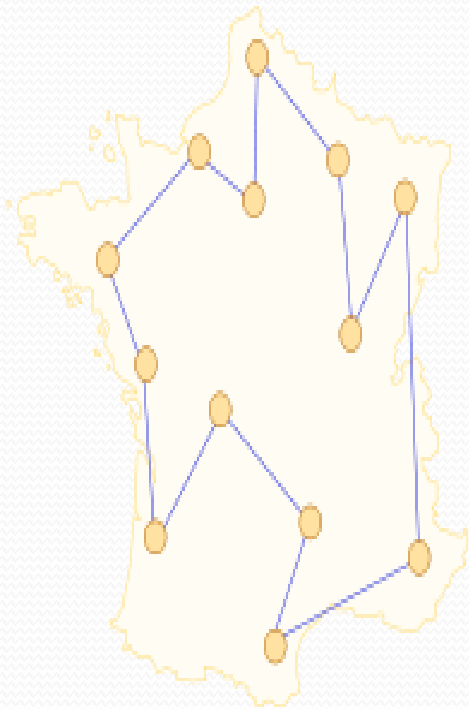
Algorytm kolonii mrówek

Ilość feromonu może się zmniejszać (parowanie)
przed dodaniem nowej porcji:

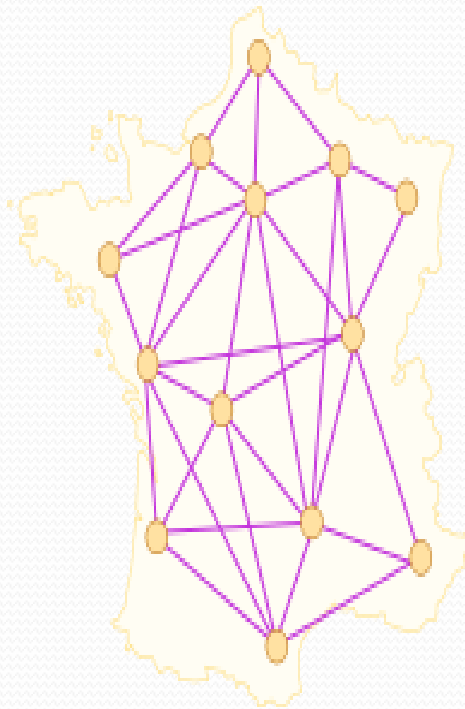
$$\tau_{ij}(t) = \rho \tau_{ij}(t)$$

gdzie $\rho \in [0, 1]$.

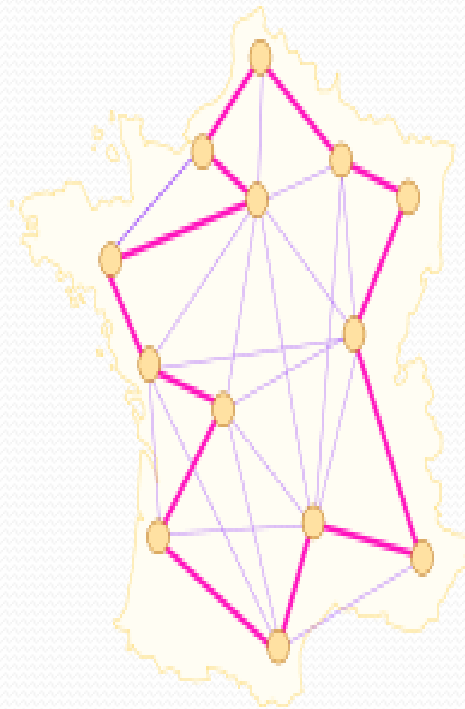
Problem komiwojżera



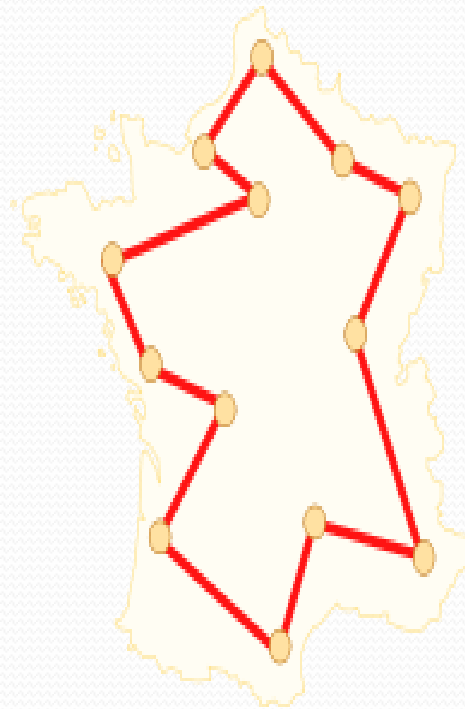
1



2



3



4

Problem komiwojażera

1. Mrówka z populacji wybiera trasę wg reguł::
 - Każde miasto musi być odwiedzone dokładnie raz;
 - Odleglejsze miasta mają mniejsze szanse na bycie wybrane w danym węźle;
 - Im większa intensywność śladu feromonu na krawędzi między miastami, tym większe prawdopodobieństwo wyboru tej krawędzi;
 - Po przebyciu całej trasy, mrówka zwiększa ilość feromonu na swojej trasie, jeśli droga jest krótka;
2. Po każdej iteracji, feromony parują.