

# ALHE - Dokumentacja wstępna

Maciej Kapuściński, Sebastian Pietras

## Treść zadania

### SK.ALHE.12

Dla sieci o nazwie *india35* ze strony <http://sndlib.zib.de/home.action> zastosować algorytm mrówkowy (*Ant Colony*) do znalezienia  $n$  najlepszych (wg. ustalonej metryki) ścieżek w danej sieci. Porównanie z innym algorytmem będzie dodatkowym atutem.

## Przyjęte założenia i doprecyzowanie treści

Sieć zostanie potraktowana jako graf ważony nieskierowany. Wagi zostaną przypisane krawędziom zgodnie z kolumną *module cost*, która znajduje się w pliku definiującym sieć.

Ścieżki będą wyszukiwane między wierzchołkiem początkowym a końcowym. Te wierzchołki będą podawane jako parametr programu.

Jako metryka zostanie wykorzystany koszt ścieżki. To znaczy, że najlepsza jest ta ścieżka, dla której suma wag jej krawędzi jest najmniejsza.

Implementacja zostanie wykonana z użyciem języka programowania Python.

## Opis algorytmu

### Znajdowanie jednej najlepszej ścieżki

Algorytm wysyła  $m$  mrówek (a raczej ich abstrakcyjnych reprezentacji) przez graf  $I$  razy, gdzie  $I$  to ustalona ilość iteracji, po czym zapamiętywana jest najkrótsza znaleziona przez mrówki ścieżka.

Mrówki, które znalazły ścieżkę zostawiają na niej feromony. Lepsze ścieżki powinny częściej zawierać większą ilość feromonu.

W każdym kroku mrówki, które nie dotarły jeszcze do wierzchołka końcowego, wybierają wierzchołek, do którego się przemieszczą. Brane pod uwagę są jedynie wierzchołki sąsiadujące z wierzchołkiem, w którym aktualnie znajduje się mrówka. Decyzja o wybranym wierzchołku zostanie podjęta losowo, lecz zgodnie z prawdopodobieństwami przypisanymi do każdej krawędzi.

Prawdopodobieństwo wyboru krawędzi jest opisane wzorem  $p_{xy} = \frac{\tau_{xy}^\alpha \eta_{xy}^\beta}{\sum_{z \in N(x)} \tau_{xz}^\alpha \eta_{xz}^\beta}$ , gdzie:

$\tau_{xy}$  - ilość feromonu na krawędzi  $xy$

$\alpha$  - parameter kontrolujący wpływ  $\tau$

$\eta_{xy}$  - "atrakcyjność" krawędzi  $xy$  (w naszym przypadku odwrotność wagi tej krawędzi)

$\beta$  - parametr kontrolujący wpływ  $\eta$

$N(x)$  - wierzchołki sąsiadujące z wierzchołkiem  $x$

Gdy wszystkie mrówki znajdą ścieżkę lub przekroczą limit kroków, nastąpi aktualizacja feromonów na krawędziach grafu. Do wartości feromonu danej krawędzi będzie

przypisywana wartość  $\tau_{xy} \leftarrow (1 - \rho) \tau_{xy} + \sum_k^m \Delta \tau_{xy}^k$ , gdzie:

$\tau_{xy}$  - wartość feromonu krawędzi  $xy$

$\rho$  - współczynnik parowania (zanikania) feromonów

$m$  - liczba mrówek

$\Delta \tau_{xy}^k$  - ilość feromonu pozostawiona na krawędzi  $xy$  przez mrówkę  $k$

$\Delta \tau_{xy}^k$  wynosi 0 jeśli mrówka  $k$  nie przeszła przez krawędź  $xy$ , a w przeciwnym przypadku  $\frac{Q}{L_k}$ , gdzie:

$Q$  - współczynnik nakładania feromonów

$L_k$  - koszt całej drogi mrówki  $k$  w tej iteracji

### **Znajdowanie $n$ najlepszych ścieżek**

Po znalezieniu najlepszej ścieżki można usunąć ją z grafu i ponownie użyć algorytmu mrówkowego do znalezienia najlepszej ścieżki w zmodyfikowanym grafie. Znaleziona ścieżka powinna być drugą najlepszą. Można tak iteracyjnie postępować aż do znalezienia  $n$  najlepszych ścieżek.

Usunięcie ścieżki z grafu będzie polegać na usunięciu pojedynczej krawędzi ścieżki. Ta czynność zostanie powtórzona dla wszystkich krawędzi ścieżki. We wszystkich powstałych grafach zostanie wyszukana najlepsza ścieżka w danym grafie. Z wyszukanych ścieżek zostanie wybrana ta, która była ogółem najlepsza.