
Problem TSP przy użyciu algorytmu mrówkowego

Jakub Domogała Martyna Olszewska

Projekt 3 na przedmiot Algorytmy inspirowane biologicznie

OMÓWIENIE

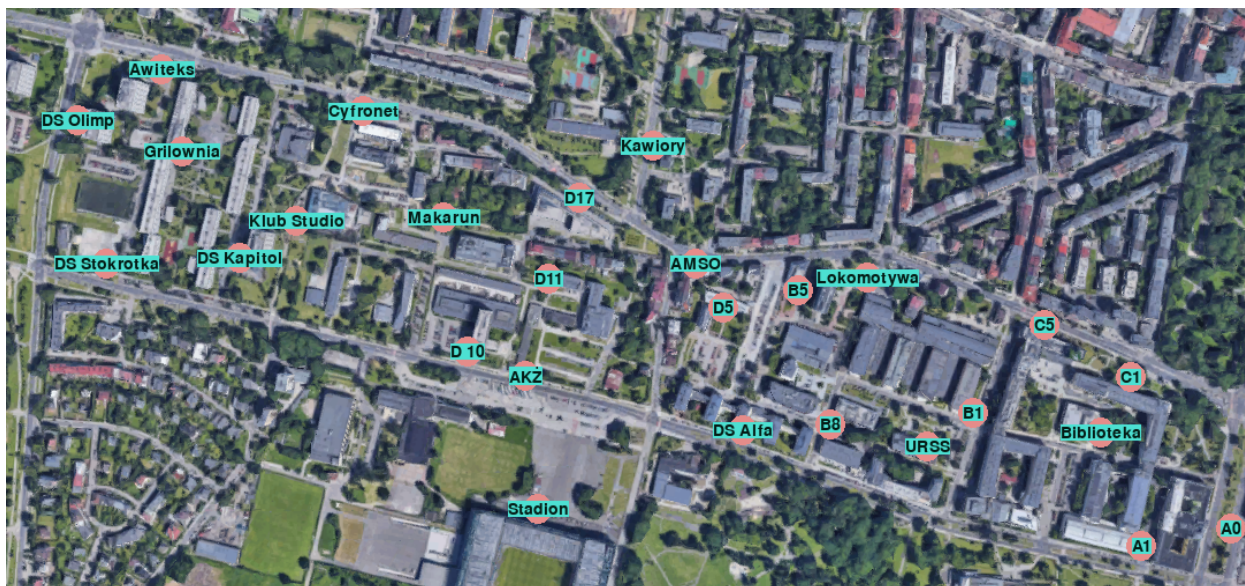
Naszym celem było stworzenie programu, który miał za zadanie znaleźć cykl o najmniejszej sumie odległości pomiędzy punktami na kampusie AGH.

OPIS DANYCH

Naszymi danymi były współrzędne punktów na mapie określonych miejsc na Kampusie AGH. Za pomocą Google Maps znaleźliśmy tę współrzędną X i Y i zapisaliśmy do tablicy razem z ich etykietami. Poniżej fragment tablicy z danymi:

```
[ (50.064523, 19.923654, "A0"),  
(50.065594, 19.921481, "Biblioteka"),  
(50.065821, 19.919346, "B1"),  
(50.066209, 19.921974, "C1"),  
(50.06820297187411, 19.912773129000392, "D17"),  
(50.06746968697298, 19.914709024695757, "AMSO") , .....]
```

Aby oznaczyć później te miejsca na Mapie, używamy Biblioteki PyGame. Przeliczamy koordynaty pobrane na odpowiednie współrzędne na zdjęciu z Rys. 1.



Rys 1. Zdjęcie obszaru mapy na którym umieszczone są nasze punkty

UŻYTE OPROGRAMOWANIE

Do stworzenia programu użyliśmy języka Python. Korzystamy z biblioteki numpy. Nie korzystamy z żadnej biblioteki, która rozwiązuje problem TSP.

PROBLEM KOMIWOJAZERA

Problem ten zajmuje się znalezieniem minimalnego Cyklu Hamiltona w pełnym Grafie.

Problem Komiwojażera zaliczany jest do problemów Np-trudnych. Jest bardzo skomplikowany w obliczeniach. Dla 15 punktów wielkość problemu to już 43589145600. Złożoność problemu:

$$\frac{(n-1)!}{2}$$

ALGORYTM MRÓWKOWY

Algorytm mrówkowy jest techniką rozwiązywania problemów przez szukanie dobrych dróg w grafach, zatem jest idealnym do rozwiązania naszego problemu. Jest on zainspirowany zachowaniem mrówek, które poruszają się w sposób losowy. Gdy znajdują pożywienie wracają do swojej kolonii pozostawiając ślad składający się z feromonów-kiedy inna mrówka natknie się na ten ślad podąża za nim w poszukiwaniu drogi do pożywienia. Po pewnym czasie te feromony wyparowują i siła ich działania maleje. Krótsze trasy zapewniają, że siła działania będzie większa. Wyparowywanie pozwala na znajdowanie optymalnej trasy do pożywienia, ponieważ gdyby nie wyparowywały to każda trasa miałaby taką samą siłę jak poprzednia, przez co trudno by było znaleźć optymalne rozwiązanie.

TWORZENIE MODELU

W systemie koloni mrówek (ACS - Ant Colony System), pewna liczba sztucznych mrówek jest początkowo umieszcza w losowych miastach. Każda z nich poszukuje drogi rozwiązującej TSP. Wybierają następne miasto, stosując zasadę zmiany zmiany stanu - zasada chciwości zapewnia równowagę między eksploracją nowych krawędzi, a eksploracją zgromadzonej wiedzy. Ilość feromonów jest przekazywana przez każdą mrówkę na każdym kroku na najkorzystniejszą trasę. Każda z mrówek pozostawia na krawędziach pomiędzy miastami ślad w wielkości odwrotności długości trasy, którą przeszła. Przez współczynnik parowania unika się kumulowania śladu na trasach gorszych, jednocześnie uwypatniając trasy lepsze.

PARAMETRY MODELU

Naszymi parametrami są: wielkość kolonii mrówek i ilość iteracji, współczynnik Alfa i Beta, początkowa wartość feromonu oraz współczynnik wyparowywania feromonu.

Jeśli Alfa jest duże to ślad pozostawiony przez poprzednie mrówki jest uznany za bardzo atrakcyjny, przez co więcej mrówek będzie tam podążać, natomiast jeśli Beta jest duże to mrówki pozostają bardziej niezależne.

Jeśli współczynnik parowania feromonu jest mały to prowadzi do powolnego parowania, co wpływa na zdolność eksploatacyjną mrówek. Jeśli jednak ten współczynnik ustawimy na zbyt duży to, ślady będą szybciej parować, oznacza to, że mrówki ciągle będą wyszukiwać losowo następnej drogi.

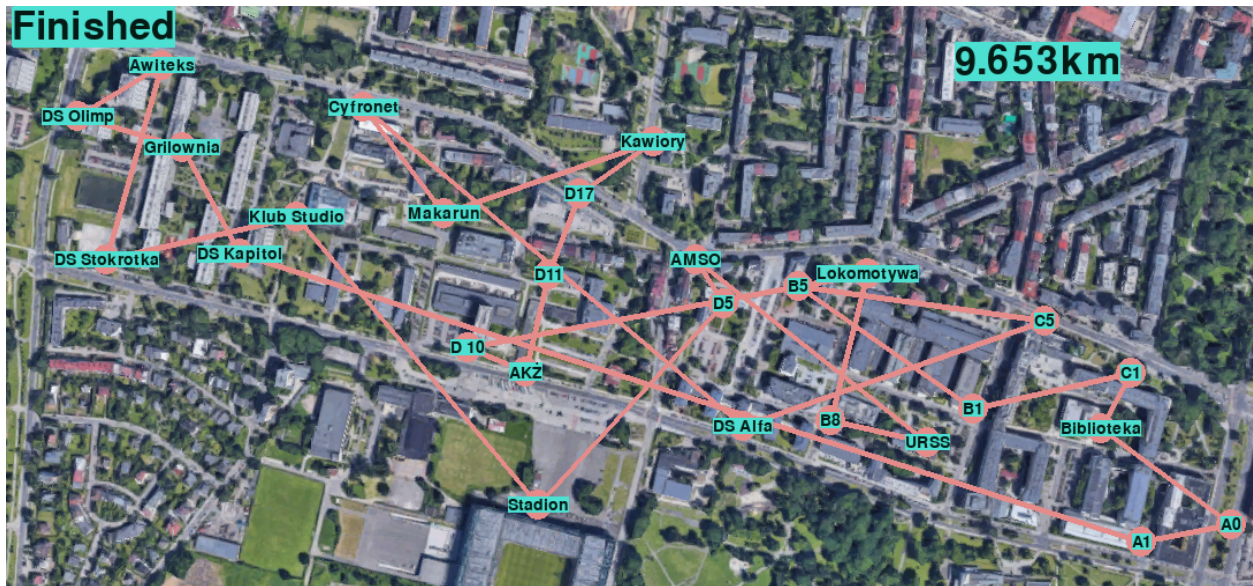
Przy dobrym doborze parametrów mrówki znajdują lepsze rozwiązania, aż dochodzą do tego optymalnego. Początkowo chodzą całkiem losowo, jednak z czasem zostają Przyciągane przez lepsze ścieżki.

WYNIKI

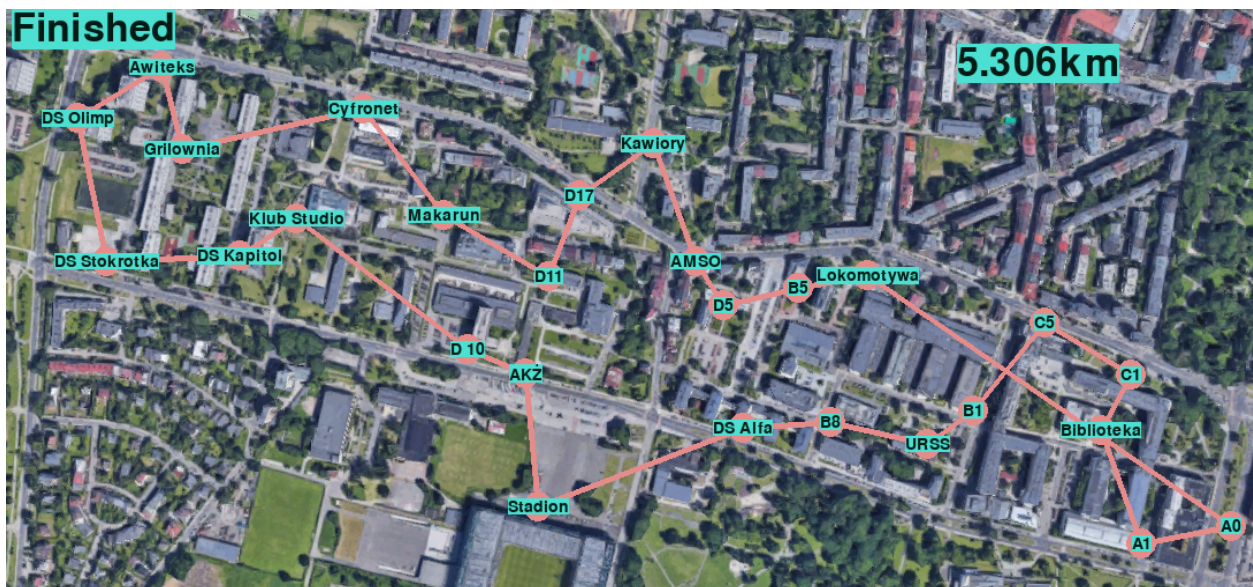
Poniższa tabela przedstawia wyniki dla różnych parametrów.

Wielkość kolonii	Alfa	Beta	Współczynnik wyparowywania	Wynik w km
5	1	3	0.1	5.461
5	1	3	0,4	5.354
5	1	3	0,8	5.415
5	2	3	0.1	5.560
5	0.5	3	0.1	5.311
5	3	3	0.1	6.679
5	1	0.5	0.1	6.617
5	1	1	0.1	5.384
5	1	2	0.1	5.371
20	1	2	0.1	5.306
50	1	2	0.1	5.308
100	1	2	0.1	5.323
100	5	2	0.1	8.198
100	1	10	0.1	5.362

Tabela 1. Wyniki dla testów różnych wartości parametrów



Rys.2 Mapa z zaznaczonymi miejscami, colony_size = 100, Alfa = 5, Beta = 2, rho = 0.1



Rys.2 Mapa z zaznaczonymi miejscami, colony_size = 20 Alfa = 1, Beta = 3, rho = 0.1

WNIOSKI

Osiągnięcie najlepszego rozwiązania wymaga zrównoważenia odpowiednich współczynników pomiędzy eksploatacją, a eksploracją. Ustawienie niskiego współczynnika parowania sprawia, że feromony pozostają na dłużej. Jego zaś można zrównoważyć przez ustawienie wyższego współczynnika Beta, aby mrówki mogły zbadać więcej opcji w pobliżu trasy o wyższym stężeniu feromonów. Taka wersja implementacji jest łatwiejsza do kontrolowania i testowania jakiej

parametry dają najlepsze wyniki. Pozytywnie na działanie algorytmu wpływa również to, że mrówki są losowo umieszczane w punktach.