Wykorzystanie algorytmu mrówkowego w celu znalezienia optymalnego przejazdu komunikacją miejską dla miasta Gdańsk

Mateusz Pilecki

Adam Sygut

1. **Model matematyczny**
   1. Opis słowny problemu

Celem projektu było stworzenie programu mającego za zadanie znalezienie optymalnej drogi z punktu A do punktu B za pomocą komunikacji miejskiej oraz poruszania się pieszo na terenie miasta Gdańsk. Problem który rozważaliśmy jest fragmentem dyscypliny optymalizacji matematycznej. Korzystaliśmy z gotowego rozkładu jazdy autobusów i tramwajów ZTM Gdańsk dostępnego na stronie: <https://ckan.multimediagdansk.pl/dataset/tristar>

Dane te zawierają między innymi informacje o aktualnym rozkładzie jazdy oraz dane z nimi związane. Zgodnie z regulaminem, dane nie są chronione prawami autorskimi, a co za tym idzie można z nich swobodnie korzystać. W celu wyznaczenia optymalnego rozwiązania zaimplementowaliśmy algorytm mrówkowy.

* 1. Model matematyczny

Nasza funkcja celu skupia się wokół czasu, jaki jest potrzebny użytkownikowi komunikacji miejskiej na dotarcie z punktu startowego do punktu docelowego. Wobec tego, przyjmuje ona poniższą postać:

Gdzie:

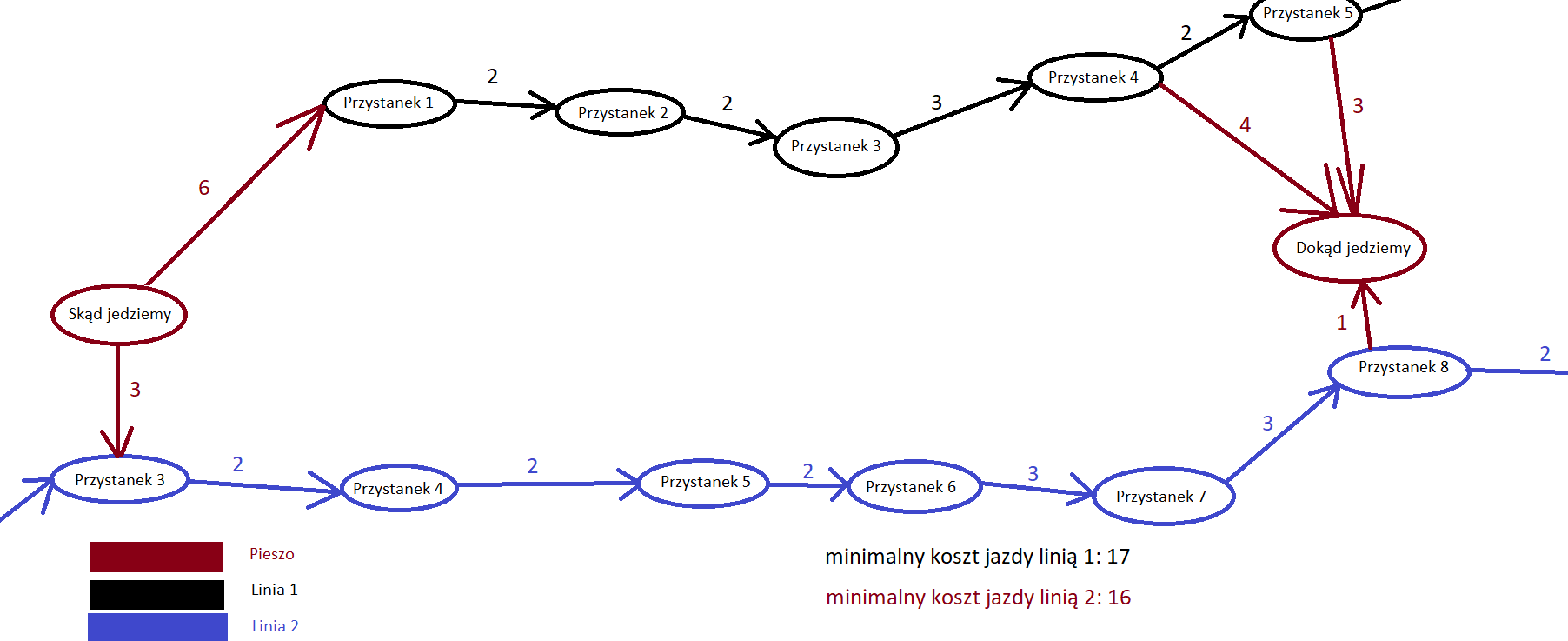


Oczywiście dla danego składniki powyższej sumy będą się nawzajem wykluczać, tzn. jeśli dla konkretnego będzie mniejsze niż do macierzy kosztów wpisana zostanie wartość , natomiast jeśli dla danego suma dająca sumaryczny czas przejścia na dany przystanek i odczekania na następny pojazd komunikacji miejskiej będzie mniejsza niż czas dojazdu do niego danym środkiem transportu – wówczas do macierzy kosztów wpisana zostanie wartość .

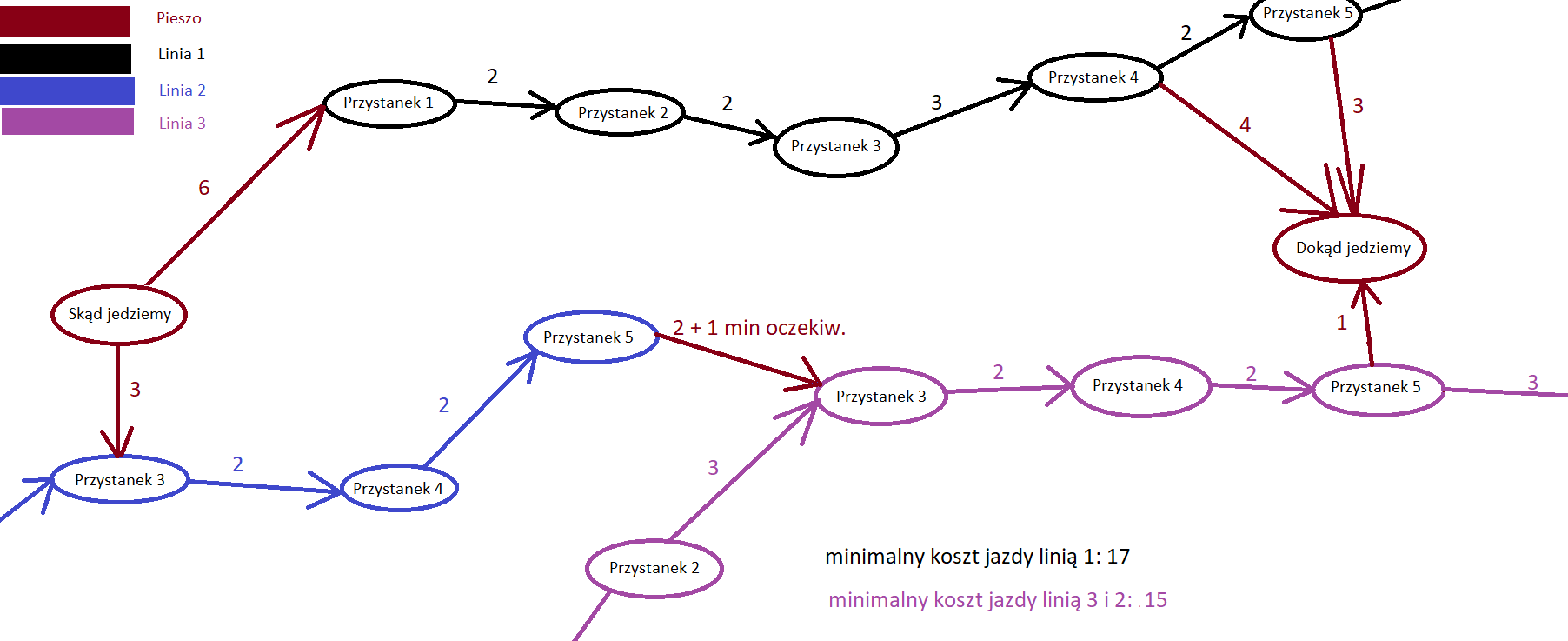
Stanem w naszym modelu matematycznym jest aktualnie rozważany przez algorytm wierzchołek grafu (przystanek). Decyzją w naszym algorytmie jest wybór następnego wierzchołka grafu (przystanku) zgodnie z prawdopodobieństwem obliczonym przez algorytm.

Na razie nie wiem gdzie to wsadzić i czy w ogole to dawac

Opcja 1



Opcja 2



1. **Algorytm**

2.1 Schemat algorytmu

Algorytm mrówkowy jest probabilistyczną techniką szukania dróg w grafach. Do znalezienia optymalnej trasy wykorzystuje feromony zostawione na ścieżkach.

Natężenie feromonów jest zatem „wskaźnikiem jakości” danej trasy. Wyznaczamy je z następującej zależności:

Gdzie:

Z powyższej zależności widać, że im krótsza ścieżka tym większa wartość feromonu.

Uwzględniając liczbę mrówek otrzymujemy:

Dodatkowo po uwzględnieniu procesu wyparowania feromonów uzyskujemy wzór:

Gdzie:

Wybór ścieżki zależy od prawdopodobieństwa wyliczonego z poniższego wzoru:

Gdzie:

2.2 Pseudokod

Dla każdej iteracji (jednego przejścia mrówki):

Dla każdej mrówki z kolonii:

Dopóki mrówka nie dotarła do pokarmu (przystanek docelowy):

Oblicz prawdopodobieństwo przejścia każdą krawędzią

Losowo wybierz zgodnie z prawdopodobieństwem krawędź

Przejdź daną krawędzią do danego wierzchołka

Przelicz koszt trasy

Pomnóż feromony przez „współczynnik parowania”

Dla każdej ścieżki mrówek:

Zaktualizuj feromony zgodnie z kosztem krawędzi, przez które przeszła mrówka

* 1. Opis elementów opracowanych (np. operator krzyżowania/mutacji/stosowane typy selekcji)
  2. Parametry algorytmu

Podstawowymi parametrami algorytmu są: poziom feromonu, współczynnik wyparowania feromonów, współczynniki alfa oraz beta znajdujące się we wzorze na obliczanie prawdopodobieństwa, ilość iteracji, ilość mrówek. Istotne są również parametry, które związane są z algorytmem ze względu na konkretna postać problemu, jakim jest ten projekt. Są to między innymi: średnia prędkość poruszania się człowieka, zakres czasowy znajdowania pierwszych rozkładów jazdy na podstawie godziny odjazdu podanej przez użytkownika (np. user\_time +- 10 minut), maksymalny czas dojścia z przystanku na przystanek, maksymalny czas oczekiwania na następny środek transportu po przejściu na inny przystanek.

1. **Aplikacja**

( 2 strony)

* Bez zrzutów ekranu
  1. Wymagania odnośnie uruchomienia (biblioteki)
  2. Postać rozwiązania

Rozwiązanie ma postać listy kolejno odwiedzonych w optymalnej trasie wierzchołków wraz z kosztem tej trasy (czasem dotarcia z miejsca startowego do miejsca docelowego) oraz wybranym środkiem transportu. Każdy element listy powinien zawierać aktualny, rzeczywisty czas odjazdu i przyjazdu oraz rodzaj transportu wraz z czasem poruszania się danym środkiem transportu. W przypadku przejazdu komunikacją miejską powinien być podany

* 1. Postać danych wejściowych

Algorytm otrzymuje dane wejściowe od użytkownika pobrane ze strony internetowej.

Dane wejściowe:

* Data
* Czas odjazdu
* Przystanek startowy
* Przystanek docelowy
* Krótko opisana funkcjonalnośc (punkty)]

1. Testy (10)

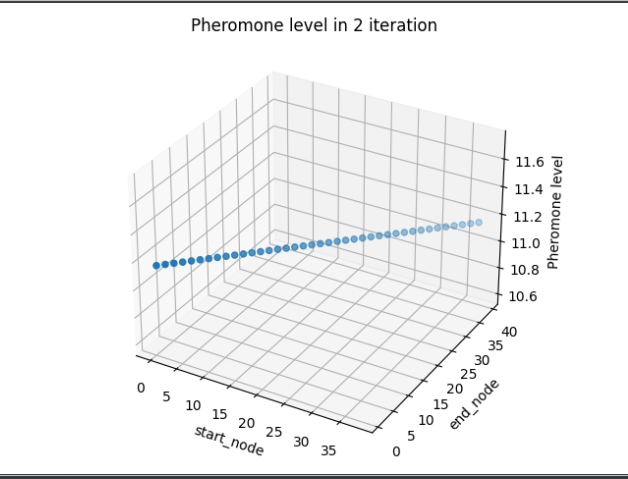
* Wykaz scenariuszy podlegające badaniu aspekty

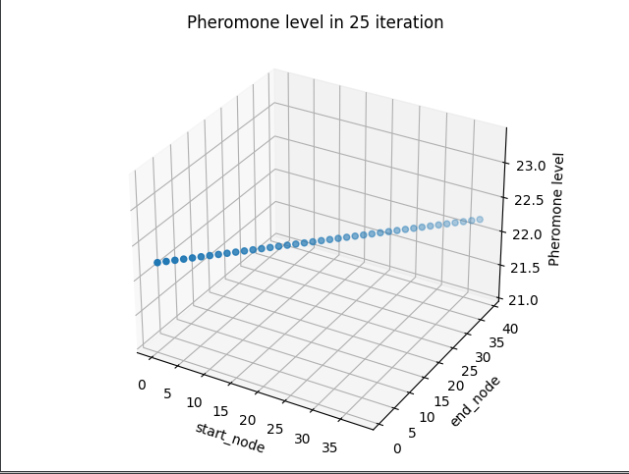
1)Rozkład feromonów w zależności od ilości iteracji dla różnych przypadków

-Przypadek optymistyczny

Jest to taki przypadek kiedy wyszukujemy połączenia z punktu A do punktu B i od razu mamy linię, która prowadzi nas bez przesiadek do punktu B i docieramy do celu jak najszybciej.

Jak można zauważyć po drugiej iteracji zostały już tylko feromony na jednej ścieżce prowadzącej z punktu A do B, reszta wyparowała.

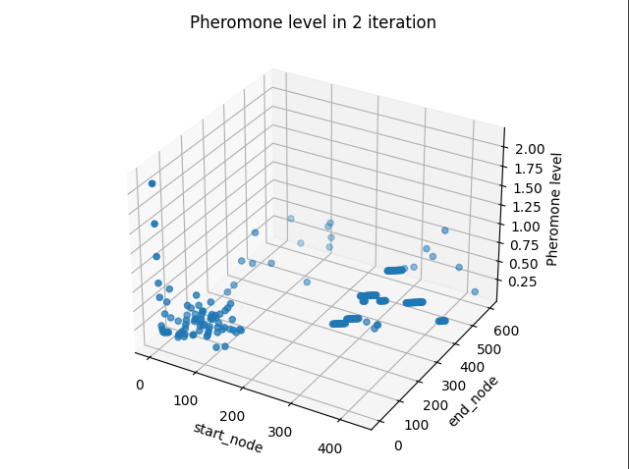
  
Figura 1: Rozkład feromonów po drugiej iteracji dla optymistycznego przypadku

  
Figura 2: Rozkład feromonów po 25 iteracji dla optymistycznego przypadku

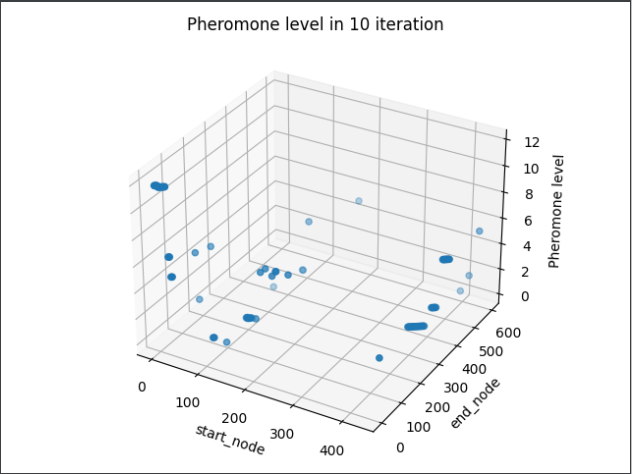
Po 25 iteracjach nie wiele się z zmieniło w stosunku do sytuacji po dwóch iteracjach, jedyną zmianą jest poziom feromonów na znalezionej ścieżce, która rośnie wraz kolejnymi iteracjami.

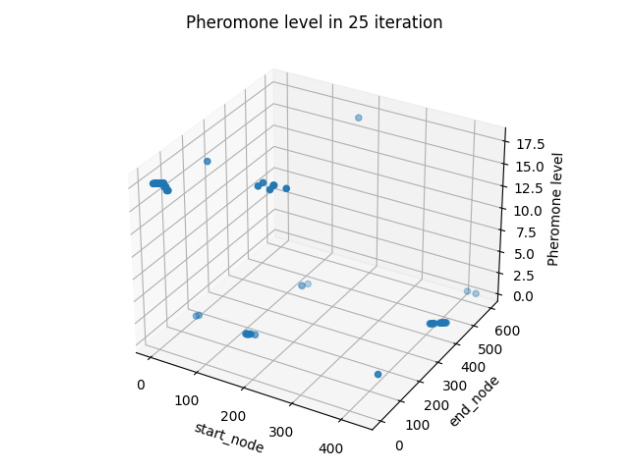
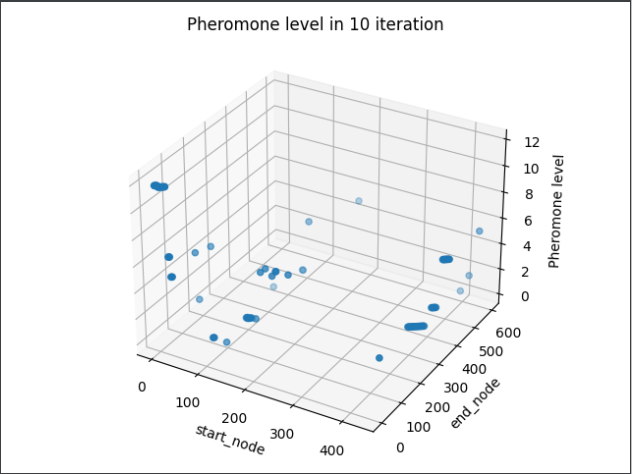
- przypadek pesymistyczny

Przypadek pesymistyczny występuje wtedy kiedy nie mamy bezpośredniego połaczenia między punktami A i B i musimy skorzystać z przesiadki lub przejść część trasy na piechotę, a punkty A i B leża dość daleko od siebie.



Po 2 iteracjach mamy dużo fermonów które nie wyparowały, ale żaden nie ma duzego poziomu.

Po 10 iteracjach możemy już zauważyć mniejszą liczbę fermonów oraz wzrost ich poziomu lecz dalej jest sporo fermonów, których poziom jest bliski 0.

Po 25 iteracjach możemy już coraz lepiej zauważyć powstającą ścieżkę, poziom feromonów rośnie.

2)Czas działania algorytmu w zależności od ilości mrówek

* Opis metodyki badań
* Zdefiniowane zadania testowe (charakterystyka) – dane w plikach
* Opis kolejnych testów (autor, cel testy, wyniki, tabele zbiorcze – nie jednostkowe/pliki, wykresy, interpretacja)

1. Podsumowanie (1 strona)

* Wnioski
* Stwierdzone problemy
* Kierunki dalszego rozwoju