

Heurystyki zachłanne

Autorzy: Dominik Maćkowiak 151915, Szymon Szymankiewicz 151821

Opis zadania

Celem zadania jest rozwiązanie zmodyfikowanego problemu komiwojażera, gdzie zamiast jednej trasy należy znaleźć dwie rozłączne zamknięte ścieżki (cykle), które razem obejmują wszystkie wierzchołki. Każdy cykl powinien zawierać połowę wierzchołków, w przypadku gdy liczba wierzchołków jest nieparzysta, jeden z cykli ma o jeden wierzchołek więcej.

Dane są dwie instancje ("kroA200" oraz kroB200") z biblioteki TSPLib, które zawierają informacje o położeniu konkretnych wierzchołków. Celem zadania jest utworzenie z każdej instancji dwa rozłączne cykle, tak aby ich łączna długość była jak najmniejsza.

W ramach zadania należy zaimplementować i porównać różne heurystyki konstrukcyjne:

- algorytm oparty na najbliższym sąsiedzie (nearest neighbor),
- algorytm oparty na rozbudowie cyklu (greedy cycle),
- algorytm z żalem (2-regret)
- algorytm z ważonym 2-żalem.

Następnie, należy przeprowadzić eksperymenty i porównać jakość rozwiązań.

Algorytmy

Metoda najbliższego sąsiada

Wybierz losowo pierwszy wierzchołek.

Wybierz jako drugi startowy wierzchołek ten, który jest najdalej od pierwszego.

Utwórz dwa cykle, rozpoczynające się od wybranych wierzchołków.

Dopóki pierwszy cykl nie osiągnie połowy liczby wierzchołków:

- a. Znajdź najbliższy wierzchołek do ostatniego wierzchołka w cyklu.
- b. Dodaj go do pierwszego cyklu.
- c. Usuń go ze zbioru nieodwiedzonych wierzchołków.

Dopóki drugi cykl nie osiągnie swojej docelowej długości (druga połowa):

- a. Znajdź najbliższy wierzchołek do ostatniego wierzchołka w cyklu.
- b. Dodaj go do drugiego cyklu.
- c. Usuń go ze zbioru nieodwiedzonych wierzchołków.

Zamknij oba cykle, dodając krawędź powrotną do wierzchołka startowego.
Zwróć dwa cykle jako wynik.

Metoda rozbudowy cyklu

Wybierz losowo pierwszy wierzchołek.

Wybierz jako drugi startowy wierzchołek ten, który jest najdalej od pierwszego.

Do każdego z cykli dodaj jeszcze po jednym najbliższym wierzchołku, tworząc dwa początkowe cykle składające się z dwóch wierzchołków.

Dopóki są nieprzydzielone wierzchołki:

- a. Dla każdego nieprzydzielonego wierzchołka i dla każdego cyklu, który jeszcze nie osiągnął docelowej liczby wierzchołków:
 - i. Rozważ wszystkie możliwe miejsca wstawienia wierzchołka do cyklu.
 - ii. Oblicz koszt dodania (wzrost długości cyklu).
- b. Wybierz wierzchołek, cykl i miejsce, które powodują najmniejszy wzrost długości cyklu.
- c. Dodaj ten wierzchołek w wybrane miejsce w cyklu.
- d. Usuń ten wierzchołek ze zbioru nieprzydzielonych.

Zwróć dwa cykle jako wynik.

Metoda rozbudowy cyklu z 2-żalem

Zainicjuj dwa cykle, wybierając dwa wierzchołki startowe (np. losowo i najdalszy).

Ustal docelowe rozmiary obu cykli (połowa wierzchołków, z ewentualnym wyrównaniem przy nieparzystej liczbie).

Dopóki są dostępne wierzchołki:

- a. Dla każdego nieprzydzielonego wierzchołka oblicz "2-żal" i koszt wstawienia do obu cykli.
- b. Wybierz wierzchołek o największym "żalu", który może zostać dodany do któregoś z cykli (o niepełnym rozmiarze).
- c. Wstaw ten wierzchołek do wybranego cyklu w najlepsze możliwe miejsce.
- d. Usuń ten wierzchołek ze zbioru nieprzydzielonych.

Zwróć oba cykle.

Metoda z ważonym 2-żalem

Zainicjuj dwa cykle, wybierając dwa wierzchołki startowe (np. losowo i najdalszy).

Ustal docelowe rozmiary obu cykli (połowa wierzchołków, z wyrównaniem przy nieparzystej liczbie).

Dopóki są dostępne wierzchołki:

- a. Dla każdego nieprzydzielonego wierzchołka oblicz "2-żal" i koszt wstawienia do obu cykli.
- b. Wyznacz wartość ważoną: $(waga1 * \text{żal}) + (waga2 * \text{koszt wstawienia})$.

- c. Wybierz wierzchołek o największej wartości ważonej, który może zostać dodany do któregoś z cykli (o niepełnym rozmiarze).
- d. Wstaw ten wierzchołek do wybranego cyklu w najlepsze możliwe miejsce.
- e. Usuń ten wierzchołek ze zbioru nieprzydzielonych.
- Zwróć oba cykle.

Wyniki eksperymentu obliczeniowego

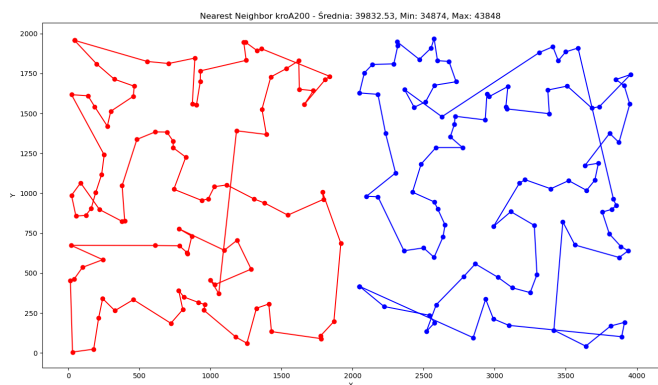
[krótki opis na czym polegał eksperyment]

	kroA200			kroB200		
	średnia	min	max	średnia	min	max
Najbliższy sąsiad	39832,53	34874	43848	40847,33	38023	45282
Rozbudowa cyklu	36326,57	34101	38807	37614,55	36441	39590
2-żal	42793,14	41134	44315	41285,71	39905	42740
Ważony 2-żal	36144,44	33591	38788	36708,00	34581	38424

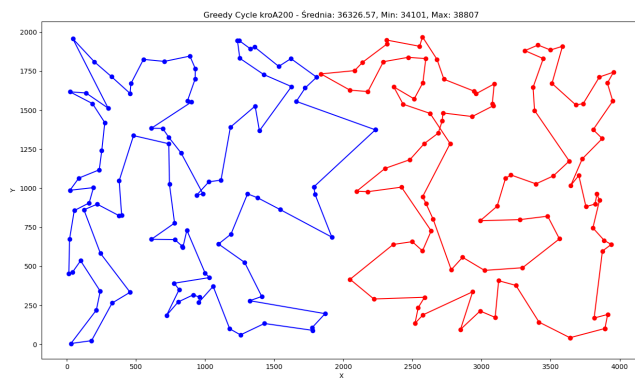
Wizualizacja dla najlepszych rozwiązań

Zestaw kroA200

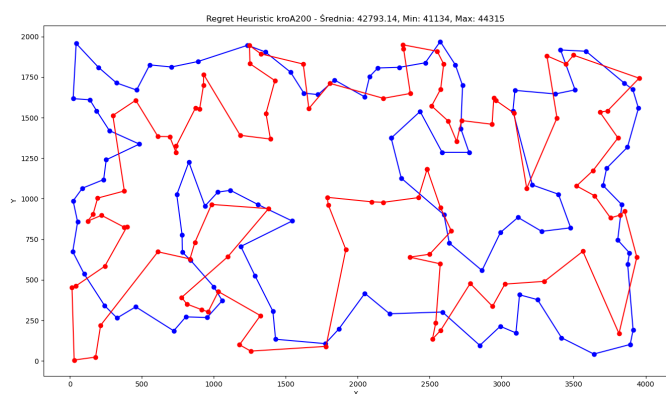
Najbliższy sąsiad



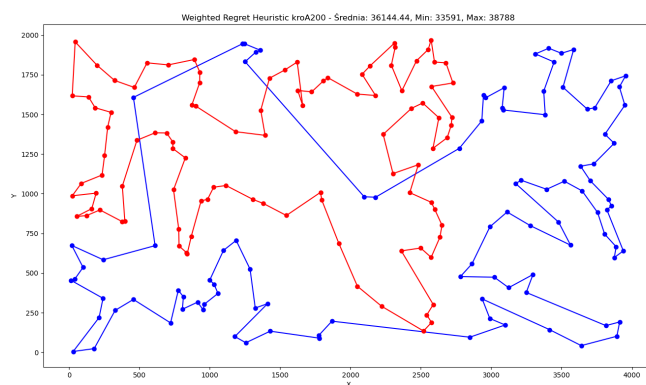
Rozbudowa cyklu



2-żal

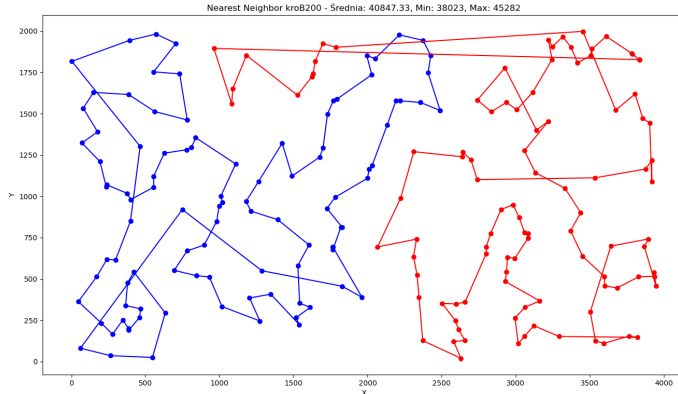


Ważony 2-żal

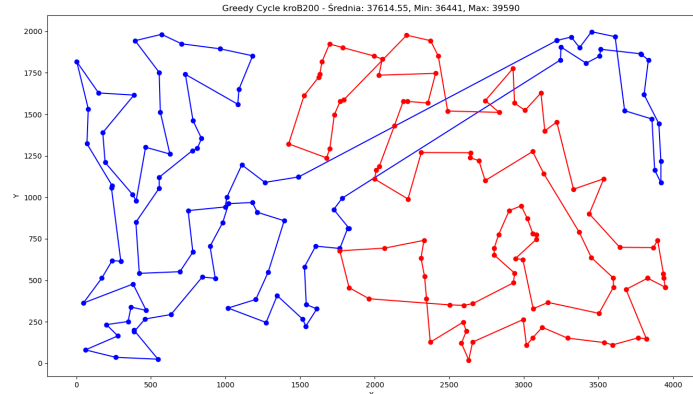


Zestaw kroB200

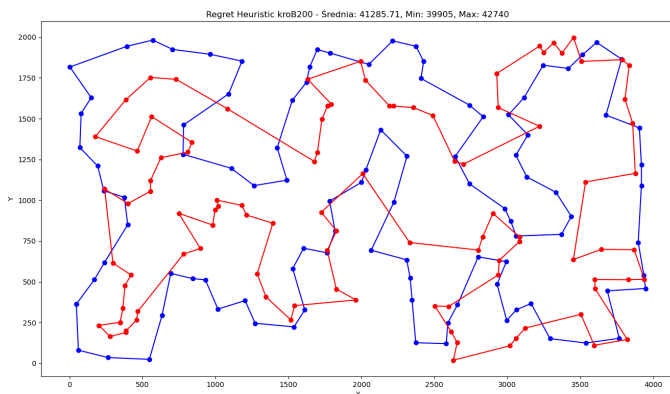
Najbliższy sąsiad



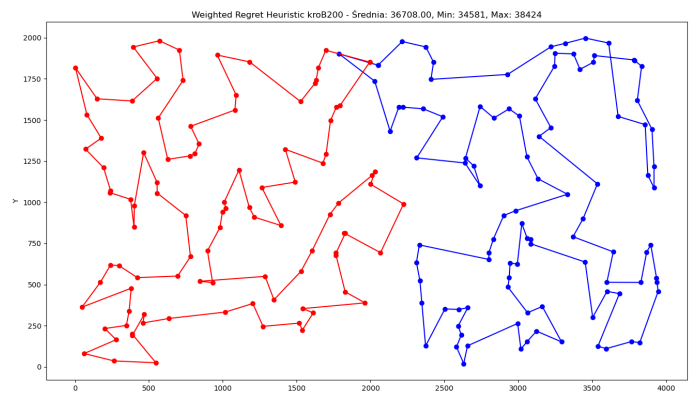
Rozbudowa cyklu



2-żal



Ważony 2-żal



Wnioski

Algorytm najbliższego sąsiada osiąga najgorsze wyniki na obu instancjach, co może wynikać z jego prostego podejścia nieuwzględniającego globalnej struktury rozwiązania. Długość jego ścieżki wynika z tego że ostatni wierzchołek musi zostać połączony z startowym i może się zdarzyć że ten odcinek będzie bardzo długi. Najlepsze rezultaty uzyskał algorytm ważonego 2-żalu, który dzięki połączeniu żalu i kosztu wstawienia wierzchołka tworzy najkrótsze cykle. Algorytm rozbudowy cyklu również daje dobre wyniki, choć nieco gorsze od ważonego 2-żalu. Z kolei klasyczny 2-żal wypada słabiej, prawdopodobnie przez nieuwzględnianie kosztu wstawienia, co prowadzi do mniej korzystnych decyzji.

Kod programu: <https://github.com/Nikiaker/ai-imo-lab1>