Sprawozdanie 1 - Heurystyki konstrukcyjne

Imie Nazwisko	**Nr indexu**
Patryk Jedlikowski	136723
Mikołaj Sienkiewicz	136309

Opis zadania

Zadanie polegało na zaimplementowaniu a następnie porównaniu różnych metod heurystycznych (z rodziny heurystyk konstrukcyjnych) na przykładzie problemu komiwojażera (TSP). Dodatkową specyfiką problemu była jednoczesna budowa dwóch 50-wierzchłokowych cykli na bazie popularnych 100-wierzchołkowych zbiorów (kroa100 i krob100). Każde zaimplementowane podejście było uruchamiane 100 razy w celu uśrednienia wyników i zaprezentowania ostatecznych wyników.

Pseudokody zaimplementowanych podejść

1. Algorytm zachłanny inspirowany metodą najbliższego sąsiada

```
Inicjalizacja zmiennych: (min_result,max_result,results[],dataset)
distance=Oblicz_macierz_dystansu(dataset)
distance(przekatna)=nieskonczonosc
Wybierz losowo wierzchołki startowe dla cycleA oraz cycleB
distance(kolumna=wierzchołki_startowe) = nieskonczonosc

Dla i od 0 do 98:
    wybierz co drugi cykl do rozbudowy:
        kandydaci=[]
        Dla każdego licznik_iteracji,index_wierzchołka z wybranego cyklu:
            kandydaci.append([index_NN,wartosc_NN,licznik_iteracji])
        najlepszy=min(kandydaci,klucz=kandydaci[1])
        wybrany_cykl.insert(najlepszy[2],index_wstawienia=najlepszy[0])
        distance(kolumna=najlepszy[0]) = nieskonczonosc
```

2. Algorytm zachłanny inspirowany metodą rozbudowy cyklu

```
Wybierz losowo wierzchołki startowe dla cycleA oraz cycleB
Dla i od 0 do 98:
    wybierz co drugi cykl do rozbudowy:
        minDistance = nieskończoność
        for vertex in range(100):
            if vertex w użyciu:
                pomiń bieżącą iteracje
            distance, newCycle = findNewCycle(vertex)
            if distance < minDistance:
```

```
                minDistance = distance
                minCycle = newCycle
        Podmień cycle na minCycle w aktualnie rozbudowywanym cyklu

Funkcja - findNewCycle(vertex):
    minDistance = nieskończoność
    for i in range(długość rozbudowywanego cyklu + 1):
        wstaw sprawdzany vertex w miejsce "i" do aktualnego cyklu
        distance = obliczDługośćCyklu()
        if distance < minDistance:
            minDistance = distance
            minVertex = vertex
            minPath = path
    return minDistance, minPath
```

3. Algorytm typu „regret heuristics” (2-regret)

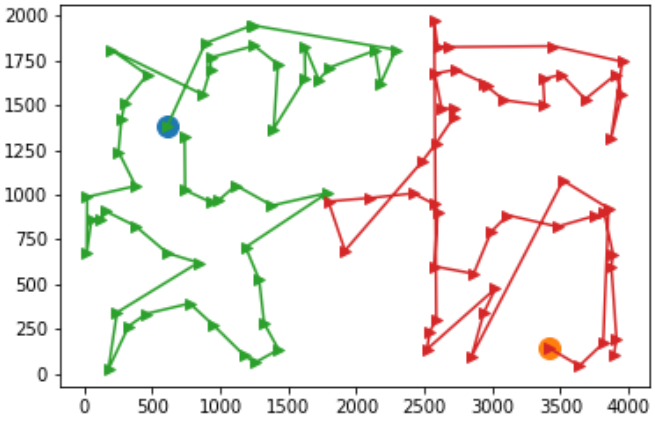
```
Wybierz losowo wierzchołki startowe dla cycleA oraz cycleB
Dla i od 0 do 98:
    wybierz co drugi cykl do rozbudowy:
        minDistance = np.inf
        Dla vertex od 0 do 100:
            if vertex w użyciu:
                pomiń bieżącą iteracje
            regret, newCycle = findNewCycle(vertex)
            if regret > maxRegret:
                maxRegret = regret
                minCycle = newCycle
        Podmień cycle na newCycle w aktualnie rozbudowywanym cyklu

Funkcja - findNewCycle(vertex):
    minDistance = np.inf
    minSecondDistance = np.inf
    Dla i od 0 do długość rozbudowywanego cyklu + 1:
        wstaw sprawdzany vertex w miejsce "i" do aktualnego cyklu
        distance = obliczDługośćCyklu()
        if distance < minDistance:
            minDistance = distance
            minNewCycle = newCycle
            pomiń bieżącą iteracje
        if distance < minSecondDistance:
            minSecondDistance = distance
    return minDistance, minPath
```

Tabela prezentująca wyniki eksperymentu obliczeniowego

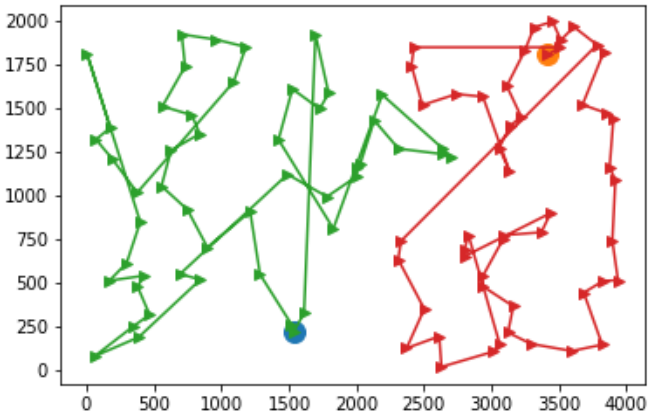
	Instancja 1 - kroa	Instancja 2 - krob
Metoda najbliższego sąsiada	32994 (28762 - 35173)	32546 (29848 - 34424)
Metoda rozbudowy cyklu	28593 (26869 - 29981)	181118 (168712 - 187804)
Metoda heurystyki 2-żal	31250 (29167 - 33825)	175306 (159430 - 190875)

Wizualizacje najlepszych rozwiązań

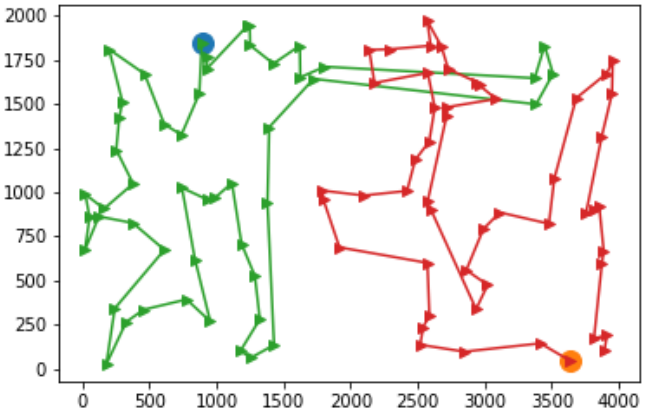
Najbliższy sąsiad – kroa100



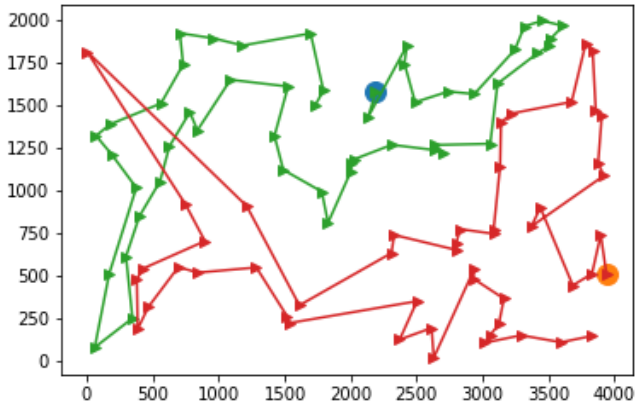
Najbliższy sąsiad – krob100



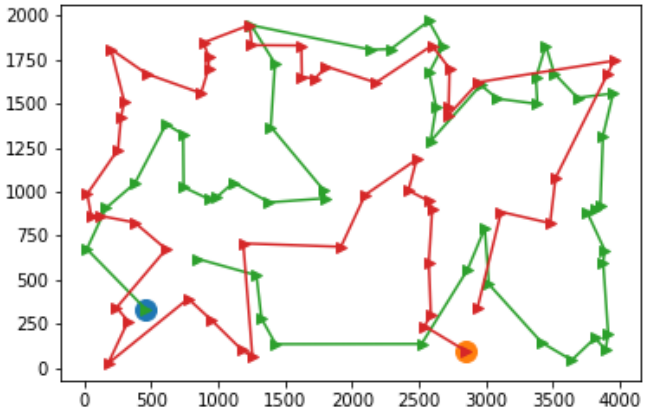
Rozbudowa cyklu – kroa100



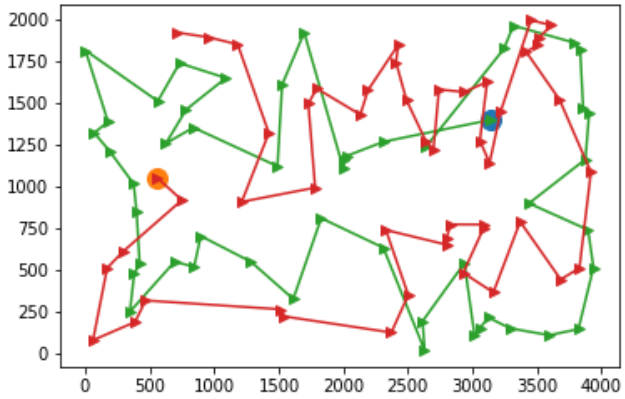
Rozbudowa cyklu – krob100



2 żal – kroa100



2 żal – krob100



Wnioski

Zadanie uświadamia jak bardzo wybór konkretnej heurystyki wpływa na ostateczny wynik rozwiązania. Mierząc się z jakimkolwiek problemem, który decydujemy się rozwiązać takimi metodami, istotne jest w pierwszej kolejności przeanalizowanie istniejących podejść i refleksja czy w naszym przypadku, któraś z heurystyk nie dominuje pozostałych.

Implementacja najbliższego sąsiada okazała się dla naszego zmodyfikowanego problemu komiwojażera zdecydowanie gorsza niż w pozostałe dwie techniki. Prawdopodobnie może się tak dziać ze względu na fakt, że funkcja celu zamodelowana w ten sposób nie oddaje prawdziwej charakterystyki naszego problemu. Wybierając zawsze najbliższego sąsiada i wstawiając go w dowolne miejsce nie kontrolujemy bezpośrednio tego w jaki sposób ulegnie modyfikacji ścieżka grafu a patrzymy jedynie przez pryzmat odległości wierzchołków od siebie.

Cykl generowany drugą metodą (metodą rozbudowy cyklu) jest więc dużo lepszy. W tym przypadku rzeczywiście modelujemy dokładniej element systemu, na którego optymalizacji zależy nam najbardziej (kryterium jest dla nas rzeczywista długość fragmentu, który powstanie na skutek włączenia wierzchołka do cyklu). Nie mniej wciąż, ze względu na zachłanną charakterystykę tego podejścia mogą się zdarzyć sytuacje, w których nie uwzględniając przyszłości uniemożliwimy sobie lepszy ruch biorąc pochopnie to co najlepsze w teraźniejszości.

Trzecia metoda (Heurystyka Konstrukcyjna 2-żal) daje nam narzędzie do walki z sytuacją opisaną w poprzednim akapicie. Jeżeli jako analitycy zdamy sobie sprawę z prawdopodobieństwa istnienia takiego zagrożenia, możemy przeciwdziałać wykorzystując mechanikę żalu, żeby spróbować osiągnąć lepszy wynik (nie blokując sobie możliwości, które mogą przynieść więcej profitu w następnym kroku).

Kod programu

Repozytorium z całym kodem napisanym w jupyter_notebook znajduje się na githubie pod linkiem

https://github.com/mikolaj-sienkiewicz/PP_Inteligente_Metody_Optymalizacji (plik Lab1.ipynb)