Sprawozdanie 2 – Lokalne przeszukiwanie

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

Opis zadania

Zadanie polegało na zaimplementowaniu dwóch algorytmów lokalnego przeszukiwania - w wersji stromej (steepest) oraz zachłannej (greedy). Każdy algorytm należało uruchomi na dwóch różnych rodzajach sąsiedztwa startując z losowym rozwiązaniem początkowym lub rozwiązaniem uzyskanym z jednej z heurystyk opracowanych w ramach poprzedniego zadania. Jako heurystykę początkową wybraliśmy algorytm zachłanny inspirowany metodą najbliższego sąsiada. Eksperymenty wykonaliśmy na zbiorach danych kroa i krob. Budowaliśmy dwa cykle po 50 wierzchołków każdy. Każde zaimplementowane podejście było uruchamiane 100 razy w celu uśrednienia wyników i zaprezentowania ostatecznych wyników.

Pseudokody zaimplementowanych funkcji

Wszystkie algorytmy zaimplementowaliśmy składając odpowiednio funkcje implementujące typy przeszukiwań, rodzaje ruchów wewnątrztrasowych i inicjalizację cyklów startowych. Ich pseudokody zamieszczamy poniżej:

Steep search

Lokalne przeszukiwanie w wersji steep

```
Wygeneruj rozwiązanie startowe x
powtarzaj
    Wygeneruj zbiór M(x) – [external_moves,internal_moves]
    znajdź najlepszy ruch m należy do M(x)
    jeżeli f(m(x)) > f(x) to
        x := m(x)
dopóki nie znaleziono lepszego rozwiązania po przejrzeniu całego M(x)
gdzie M(x) to przestrzeń możliwych ruchów wewnątrz i między trasowych.
```

Greedy search

Lokalne przeszukiwanie w wersji zachłannej

```
Wygeneruj rozwiązanie startowe x
Powtarzaj
    Wygeneruj zbiór ruchów M(x) - [external_moves,internal_moves]
    dla każdego m należacego do M(x) w losowej kolejności:
        jeżeli f(m(x)) > f(x) to:
            x := m(x)
            zacznij pętle od nowa
```

```
dopóki nie znaleziono lepszego rozwiązania po przejrzeniu całego M(x)
gdzie M(x) to przestrzeń możliwych ruchów wewnątrz i między trasowych
```

Random Wandering

```
Wygeneruj rozwiązanie startowe x
Powtarzaj
    dla losowego m z M(x):
        x := y
dopóki nie upłynął czas najdłuższego wykonania
```

Change Vertices

Ruch wewnątrztrasowy wymiany wierzhołków i zmieniający zbiór wierzchołków między cyklami

```
funkcja zmiana_wierzchołków ([] cykle, Int wierzchołek_A, Int wierzchołek_B, Bool
 ruch_wewnętrzny):
      jeżeli ruch_wewnętrzny:
            Znajdz wierzchołek A i B w jednym cyklu i zamień miejscami
      w przeciwnym wypadku:
            Znajdz wierzchołek A w jednym a B w drugim cyklu i zamień miejscami
```

Change Edges

Ruch wewnątrztrasowy wymiany krawędzi

```
funkcja zmiana_krawędzi(cykle, początekKrawędzi1, początekKrawędzi2):
    znajdź cykl, krórego dotyczy zmiana
    znajdź indeks początków krawędzi w cuklu
    podmień krawędzie pomiędzy początkami wybranych krawędzi obracając kierunek p
ierwotnego cyklu
```

Start_cycle_random

Wygeneruj cycle startowe losowo

```
cykl_pierwszy = wybierz losowo 50 liczb z zakresu (0-99)
cykl_drugi = pozostałe liczby z zakresu (0-99) nie wybrane w cykl_pierwszy
Zwróć cykl_pierwszy, cykl_drugi
```

Start_cycle_heuristic

Wygeneruj cycle startowe posługując się heurystyką z Lab1 (Nearest Neighbour)

```
Inicjalizacja zmiennych: (min_result,max_result,results[],dataset)
distance=Oblicz_macierz_dystansu(dataset)
distance(przekatna)=nieskonczonosc
```

```
Wybierz losowo wierzchołek startowe dla cycleA oraz najdalszy względem niego wier
zchołek dla 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
```

Main – złączenie funkcji

```
Dla datasetu kroa i krob:
    Dla inicjalizacji startowej typu random i heuristic:
        Dla zmiany wewnątrztrasowej switch_edges i switch_vertices:
            Dla przeszukiwania typu steep i greedy:
                Wykonaj 100 razy:
                    Wywołaj odpowiednie funkcje dla tej iteracji
                    Zapisz wyniki -> średnie max min czas i trasy\
                    i graf prezentujący najlepszy wynik
```

Tabela prezentująca wartości funkcji celu eksperymentu obliczeniowego

Search type	Internal move type	Initialization type	kroa	krob
Greedy search	Change vertices	Random	41186 (32117-54106)	41247 (34434-52149)
		Heuristic	29738 (25429-32908)	41322 (33127-49132)
	Change edges	Random	27832 (25757-30745)	28490 (25761-30429)
		Heuristic	26460 (22590-29250)	28694 (26469-31221)
Steep search	Change vertices	Random	42006 (31692-53839)	43534 (36098-55849)
		Heuristic	29186 (25102-32582	41858 (32666-51554)
	Change edges	Random	27927 (25412-30980)	28500 (24917-31000)
		Heuristic	26130 (23363-28653)	28340 (25876-29983)

Tabela prezentująca czasy obliczeń eksperymentu obliczeniowego

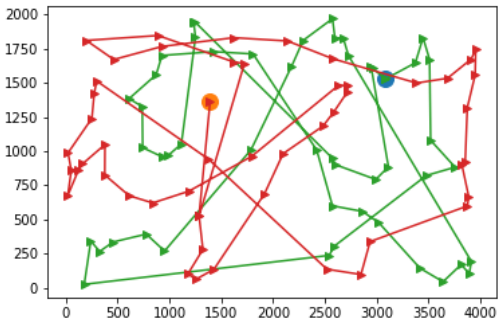
Search type	Internal move type	Initialization type	Kroa (sec)	Krob (sec)
Greedy search	Change vertices	Random	11.16 (6.65-20.42)	9.12 (6.18-16.84)
		Heuristic	2.42 (1.23-5.80)	11.26 (6.84 - 22.00)
	Change edges	Random	11.11 (5.88-24.35)	8.88 (6.68-14.61)
		Heuristic	4.28 (2.92-7.55)	9.81 (6.90-17.38)
Steep search	Change vertices	Random	81.34 (59.17-119.87)	78.73 (61.86-109.38)
		Heuristic	13.88 (7.91-21.48)	78.09 (55.18-109.87)
	Change edges	Random	78.98 (55.42-101.35)	70.06 (55.97-81.78)
		Heuristic	20.63 (14.68 – 34.02)	76.51 (54.52-107.07)

Wizualizacje najlepszych rozwiązań

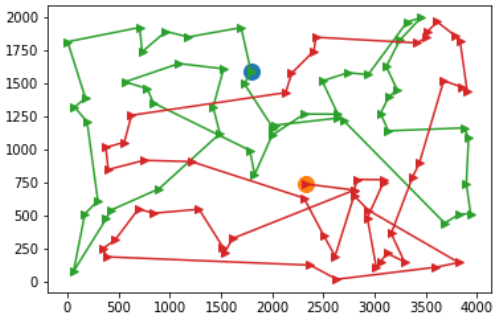
Wizualizacje oznaczone są w sposób:

Typ przeszukiwania – Typ ruchu wewnątrztrasowego – Typ inicjalizacji cyklu – dataset

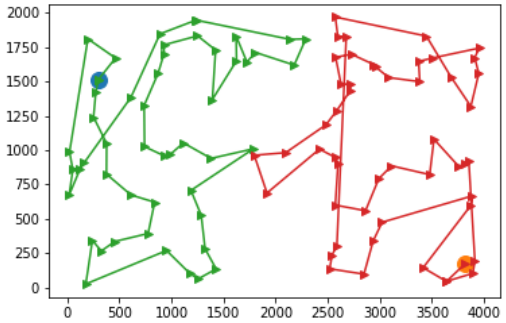
Greedy – Vertices – Random – Kroa



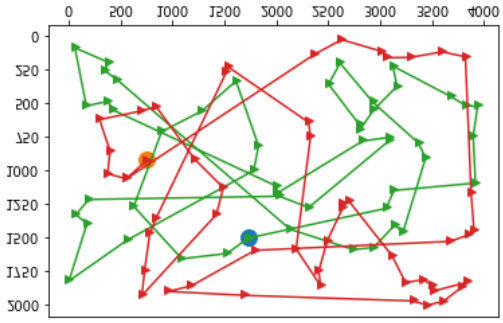
Greedy – Vertices – Random – Krob



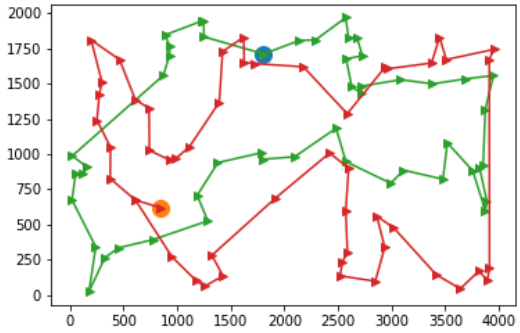
Greedy – Vertices – Heuristic – Kroa



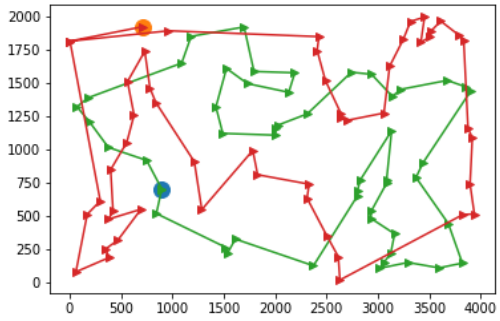
Greedy – Vertices – Heuristic – Krob



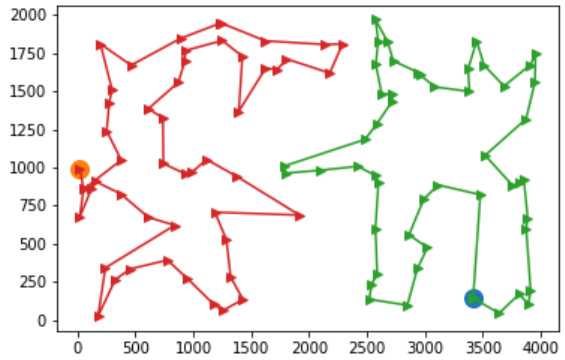
Greedy – Edges – Random – Kroa



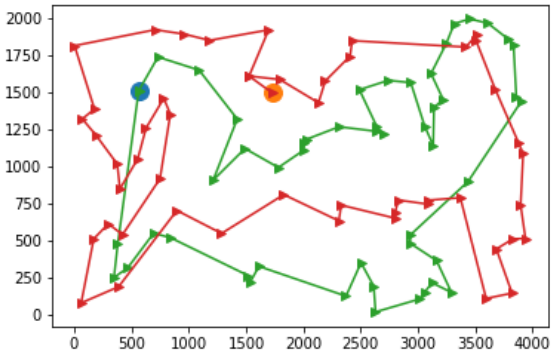
Greedy – Edges – Random – Krob



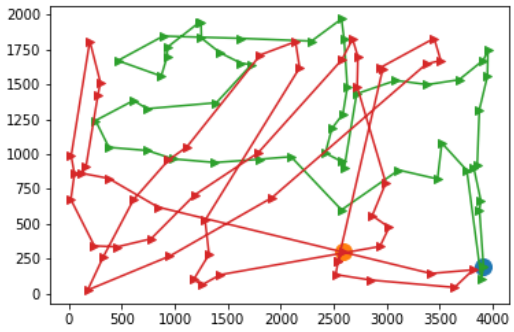
Greedy – Edges – Heuristic – Kroa



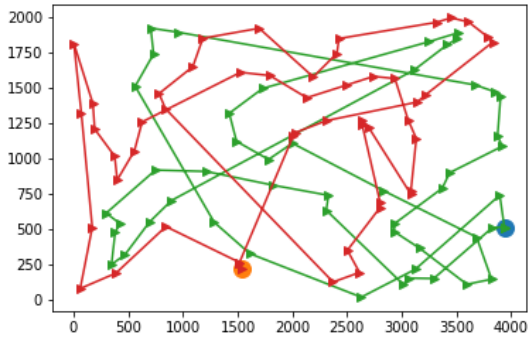
Greedy – Edges – Heuristic – Krob



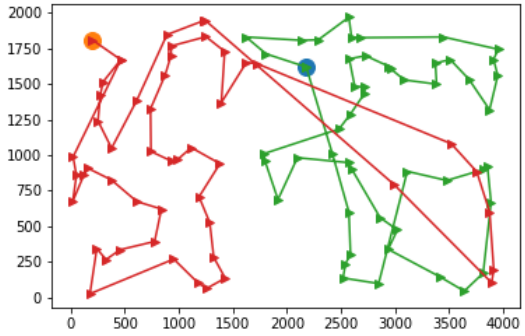
Steep – Vertices – Random – Kroa



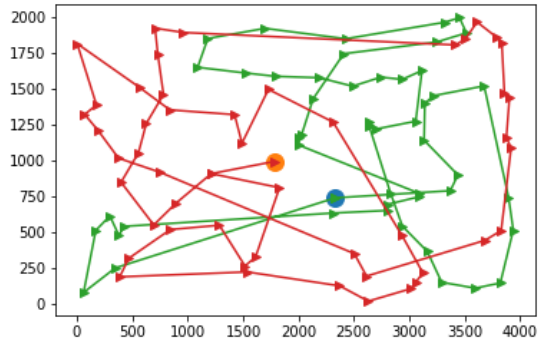
Steep – Vertices – Random – Krob



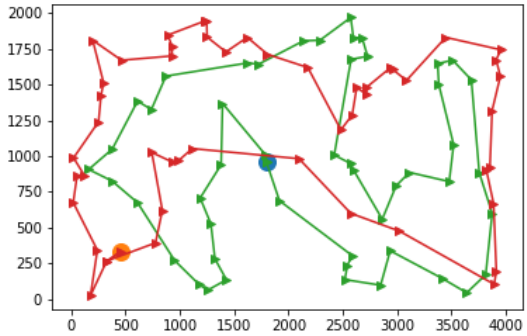
Steep – Vertices – Heuristic – Kroa



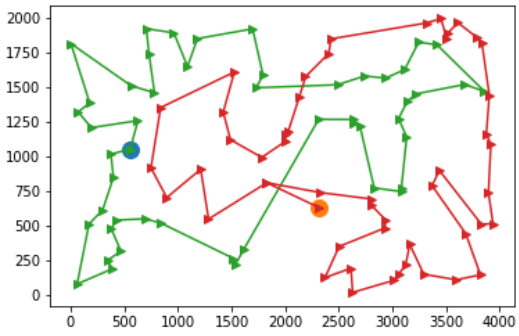
Steep – Vertices – Heuristic – Krob



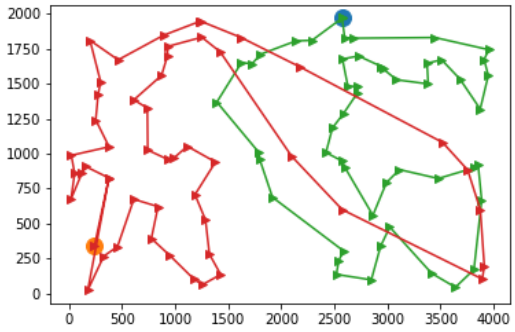
Steep – Edges – Random – Kroa



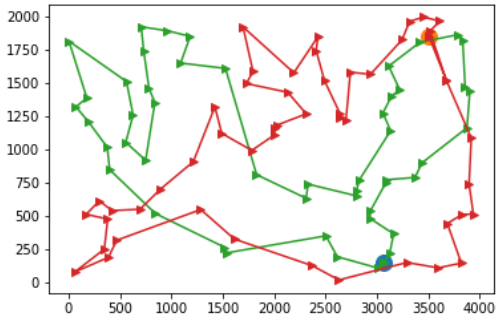
Steep – Edges – Random – Krob

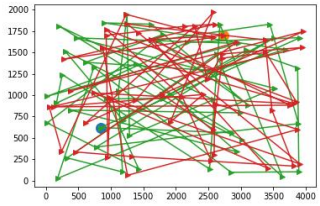
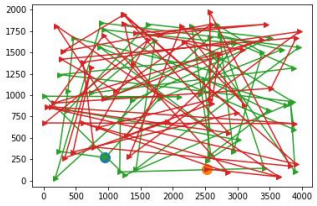
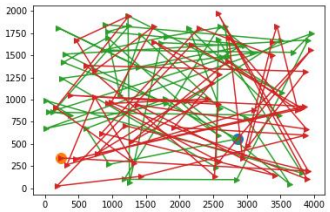
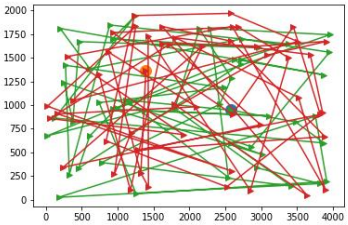


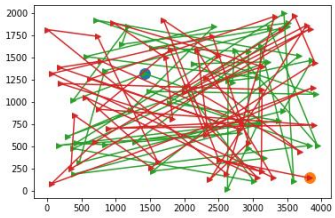
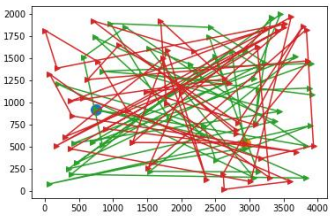
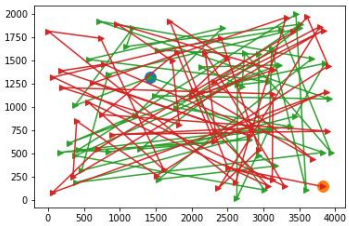
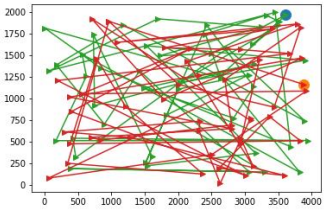
Steep – Edges – Heuristic – Kroa



Steep – Edges – Heuristic – Krob



Random Wandering KROA	Random	Heuristic
Change Edges		
Change Vertices		

Random Wandering KROB	Random	Heuristic
Change Edges		
Change Vertices		

Wnioski

Lokalne przeszukiwanie w wersji zachłannej okazało się podejściem szybszym niż metoda w wersji stromej. Różnica jest szczególnie zauważalna gdy algorytm rozpoczynał od rozwiązania losowego. Wtedy wersja stroma potrzebowała nawet 8 razy więcej czasu na osiągniecie optimum lokalnego. Gdy cykle startowe wybierane były za pomocą heurystyki, wtedy różnica w czasie była mniejsza, choć mimo wszystko różnica jest znaczna.

Średnio najkrótszą ścieżkę budowała metoda w wersji stromej, która zamieniała krawędzie wewnątrz cykli oraz wierzchołki między cyklami z heurystycznym rozwiązaniem początkowym. Ta sama metoda zbudowała najkrótszą ścieżkę dla zbioru danych krob, jednak przy zbiorze kroa metodzie zachłannej zmieniającej wierzchołki między cyklami oraz krawędzie wewnątrz cyklu rozpoczynającej poszukiwanie od heurystyki udało się zbudować lepsze minimalne rozwiązanie.

Metoda w wersji stromej rozpoczynająca budowę rozwiązania od heurystyki, która zmienia krawędzie wewnątrz cykli i wierzchołki między cyklami okazała się najlepszym, jednak najwolniejszym algorytmem.

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 Lab2/Lab2.ipynb)