Zadanie 2. Lokalne przeszukiwanie

Oskar Kiliańczyk 151863 & Wojciech Kot 151876

1 Opis zadania

Zadanie polega na implementacji lokalnego przeszukiwania w wersjach stromej (steepest) i zachłannej (greedy), z dwoma różnym rodzajami sąsiedztwa, startując albo z rozwiązań losowych, albo z rozwiązań uzyskanych za pomocą jednej z heurystyk opracowanych w ramach poprzedniego zadania. W sumie 8 kombinacji — wersji lokalnego przeszukiwania. Jako punkt odniesienia należy zaimplementować algorytm losowego błądzenia, który w każdej iteracji wykonuje losowo wybrany ruch (niezależnie od jego oceny) i zwraca najlepsze znalezione w ten sposób rozwiązanie. Algorytm ten powinien działać w takim samym czasie jak średnio najwolniejsza z wersji lokalnego przeszukiwania.

1.1 Sąsiedztwa

W przypadku rozważanego problemu potrzebne będą dwa typy ruchów:

- ruchy zmieniające zbiory wierzchołków tworzące dwa cykle,
- ruchy wewnątrztrasowe, które jedynie zmieniają kolejność wierzchołków na trasie.

Stosujemy dwa rodzaje ruchów wewnątrztrasowych (jeden albo drugi, stąd dwa rodzaje sąsiedztwa). Jeden to wymiana dwóch wierzchołków wchodzących w skład trasy, drugi to wymiana dwóch krawędzi. Dla ruchów wewnątrz cykli wykonujemy lokalne zamiany elementów w obrębie jednej ścieżki.

1.2 Randomizacja kolejności przeglądania dla algorytmów zachłannych

W obu wersjach algorytmów zachłannych stosujemy randomizację wyboru. Tworzymy listę możliwych par punktów do zamiany wewnątrz cyklu lub między dwoma cyklami. Losowo przetasowujemy te możliwe pary, dzięki czemu kolejność przetwarzania nie jest deterministyczna. Wybieramy pary do wymiany aż nie znajdziemy takiej, dla której zamiana daje poprawę funkcji celu. Jeśli taka istnieje, przeprowadzamy zamianę i powtarzamy procedurę, jeśli nie ma takiej pary - kończymy przetwarzanie.

2 Opisy algorytmów

2.1 Zmiany wewnątrz cyklu

2.1.1 Zachłanny

1. Dla każdego z dwóch cykli startowych wykonaj następujące kroki optymalizacji:
   (a) Oznacz zmienną *czy_poprawiono* jako prawda.
   (b) Dopóki *czy_poprawiono*:
      i. Ustaw *czy_poprawiono* na fałsz.
      ii. Losowo permutuj listę par indeksów miast z wyłączeniem indeksów pierwszego i ostatniego.
      iii. Dla każdej pary indeksów (i, j), gdzie $i < j$:
         A. Oblicz zmianę długości cyklu po hipotetycznej wymianie fragmentu między i a j.
         B. Jeśli zmiana długości jest ujemna (czyli cykl się skraca):
         C. odwróć fragment ścieżki od i do j.
         D. Ustaw *czy_poprawiono* na prawda i przerwij wewnętrzne pętle.
2. item Zwróć oba zoptymalizowane cykle jako wynik działania algorytmu.

2.1.2 Steepest

1. Dla każdego z dwóch cykli startowych wykonaj następujące kroki optymalizacji:
   (a) Ustaw zmienną *czy_poprawiono* jako prawda.
   (b) Dopóki *czy_poprawiono*:
      i. Ustaw *czy_poprawiono* na fałsz.

ii. Zainicjalizuj zmienne *najlepsza_para* i *najlepsza_zmiana* jako zero.

iii. Dla każdej pary indeksów (i, j) takich, że $i < j$, pomijając pierwszy i ostatni wierzchołek:

   A. Oblicz zmianę długości cyklu po hipotetycznej zamianie fragmentu pomiędzy i i j.

   B. Jeśli zmiana jest lepsza niż dotychczas najlepsza:

   C. Zapisz tę parę jako *najlepsza_para*.

   D. Zapisz wartość zmiany.

iv. Jeżeli odnaleziono jakąkolwiek poprawę:

   A. Odwróć fragment ścieżki między znalezioną parą.

   B. Ustaw *czy_poprawiono* na prawda.

2. Zwróć oba zoptymalizowane cykle jako wynik działania algorytmu.

2.2 Zmiany pomiędzy cyklami

2.2.1 Zachłanny

2.2.2 Steepest

3 Wyniki

3.1 Tabela wynikowa

Instance	Algorytm	Best	Avg	Worst	Avg Time	Best Diff	Avg Diff
../data/kroA200.tsp	traverse_greedy_edge	39458	43643.3	46577	0.0010	320561	297093
../data/kroA200.tsp	traverse_greedy_vertex	69190	80372.9	94789	0.0026	286837	258182
../data/kroA200.tsp	traverse_steepest_edge	39408	43325.3	50129	0.0137	325160	297835
../data/kroA200.tsp	traverse_steepest_vertex	65888	79686.9	91978	0.0325	287177	259582
../data/kroA200.tsp	traverse_random	302110	331199	370208	0.0325	41606	9761.55
../data/kroB200.tsp	traverse_greedy_edge	38993	43099.6	45870	0.0010	317848	289345
../data/kroB200.tsp	traverse_greedy_vertex	66490	79094.8	92281	0.0017	294355	252270
../data/kroB200.tsp	traverse_steepest_edge	39541	42884.2	47293	0.0146	315923	289159
../data/kroB200.tsp	traverse_steepest_vertex	66197	78607.4	93626	0.0286	287842	254715
../data/kroB200.tsp	traverse_random	293102	323943	349289	0.0325	30386	9234.74

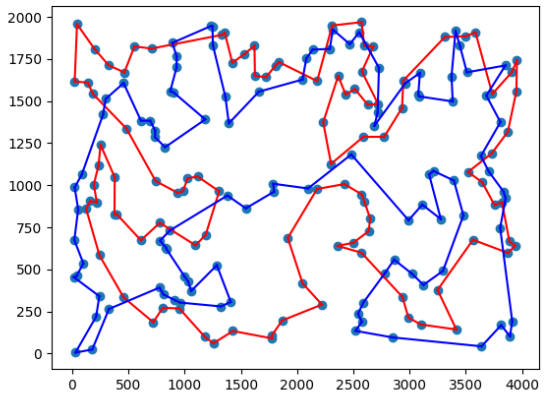
Tabela 1: Wyniki działania algorytmów dla startu typu `randomstart`

Instance	Algorytm	Best	Avg	Worst	Avg Time	Best Diff	Avg Diff
../data/kroA200.tsp	traverse_greedy_edge	30293	32806.3	37011	0.0157	2503	291.26
../data/kroA200.tsp	traverse_greedy_vertex	30426	32858.5	37011	0.0239	3061	339.52
../data/kroA200.tsp	traverse_steepest_edge	30512	32486.2	36552	0.0333	3109	315.47
../data/kroA200.tsp	traverse_steepest_vertex	30595	32659.5	36552	0.0466	2503	222.65
../data/kroA200.tsp	traverse_random	30435	32934.9	36432	0.1472	0	0
../data/kroB200.tsp	traverse_greedy_edge	30863	32967.3	36040	0.0166	3437	456.04
../data/kroB200.tsp	traverse_greedy_vertex	31175	32955	36480	0.0229	2848	349.09
../data/kroB200.tsp	traverse_steepest_edge	30934	32867.7	36480	0.0351	4046	591.07
../data/kroB200.tsp	traverse_steepest_vertex	31175	33043.4	36480	0.0413	2878	328.22
../data/kroB200.tsp	traverse_random	31218	33461.5	36604	0.1584	0	0

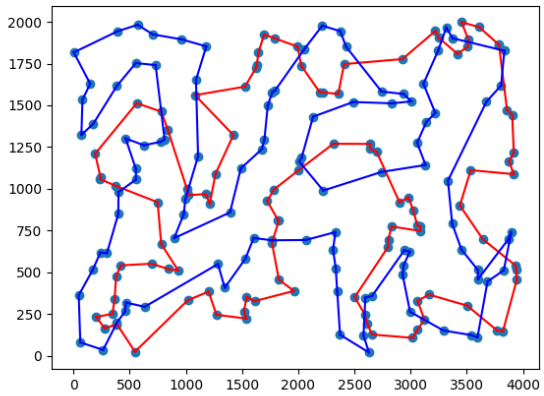
Tabela 2: Wyniki działania algorytmów dla startu typu `split_paths_regret_TSP`

3.2 Wizualizacja wyników

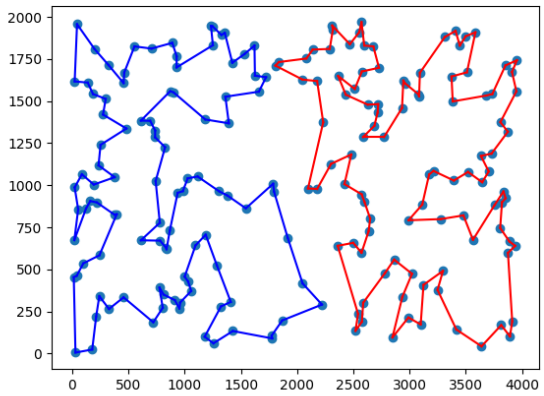
3.2.1 Algorytm wymiany krawędzi (zachłanny)



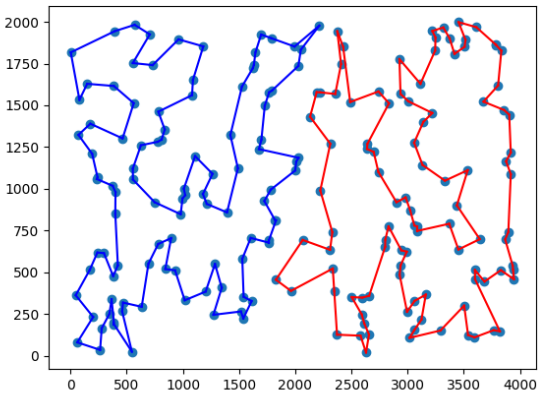
Rysunek 1: kroA200, losowy start



Rysunek 2: kroB200, losowy start

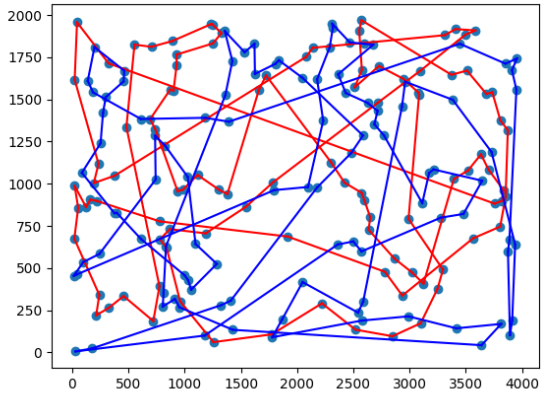


Rysunek 3: kroA200, własny algorytm startowy

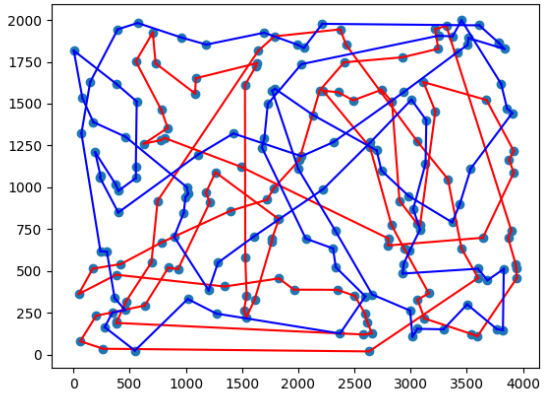


Rysunek 4: kroB200, własny algorytm startowy

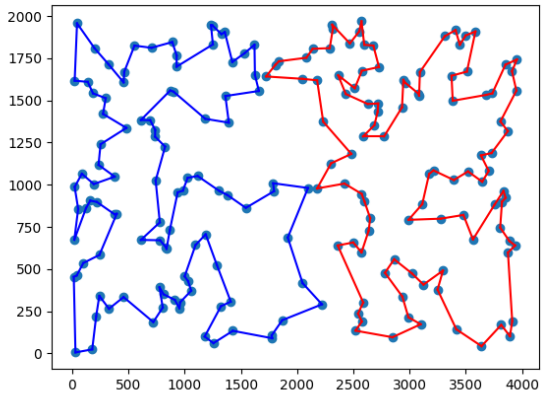
3.2.2 Algorytm wymiany wierzchołków (zachłanny)



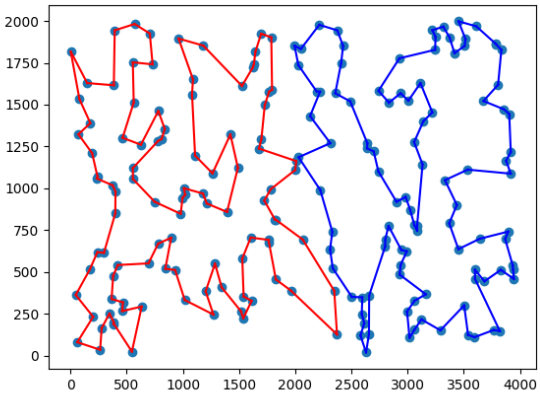
Rysunek 5: kroA200, losowy start



Rysunek 6: kroB200, losowy start

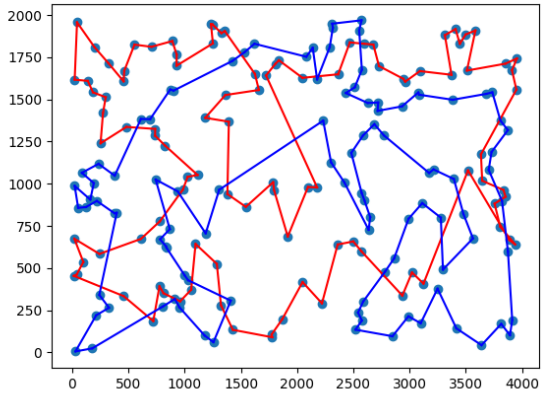


Rysunek 7: kroA200, własny algorytm startowy

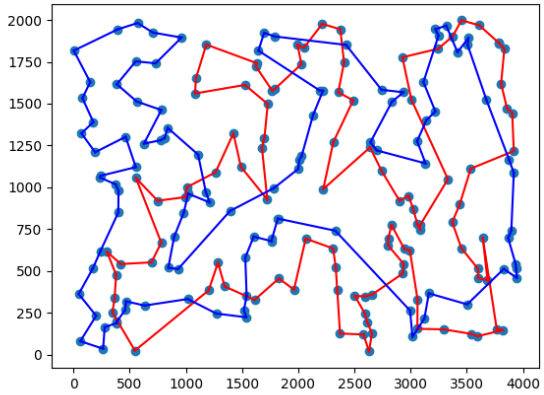


Rysunek 8: kroB200, własny algorytm startowy

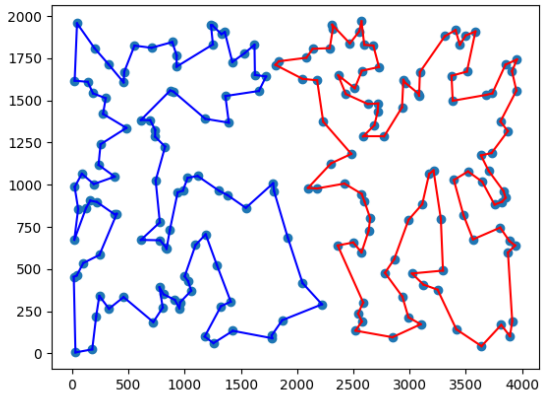
3.2.3 Algorytm wymiany krawędzi (steepest)



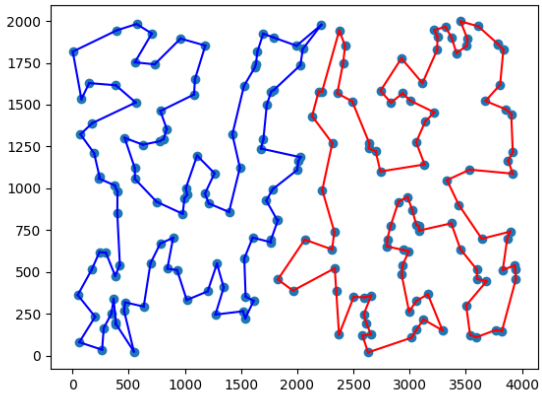
Rysunek 9: kroA200, losowy start



Rysunek 10: kroB200, losowy start

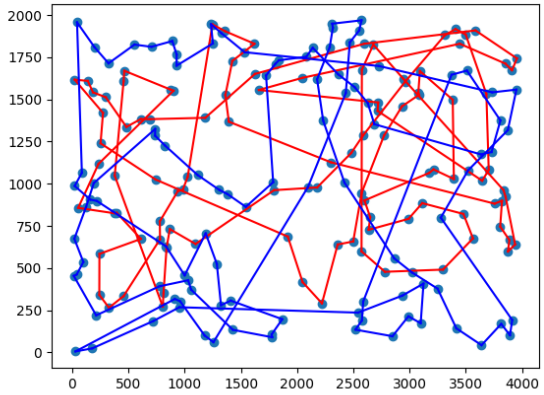


Rysunek 11: kroA200, własny algorytm startowy

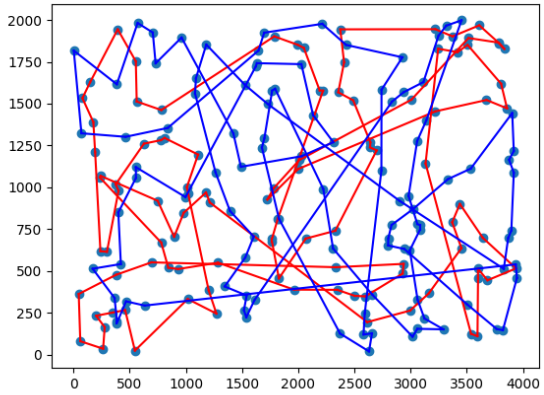


Rysunek 12: kroB200, własny algorytm startowy

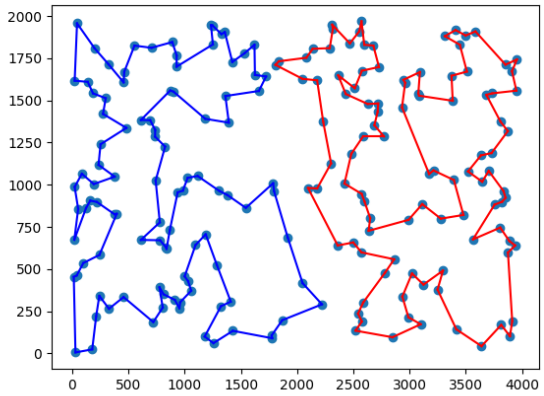
3.2.4 Algorytm wymiany wierzchołków (steepest)



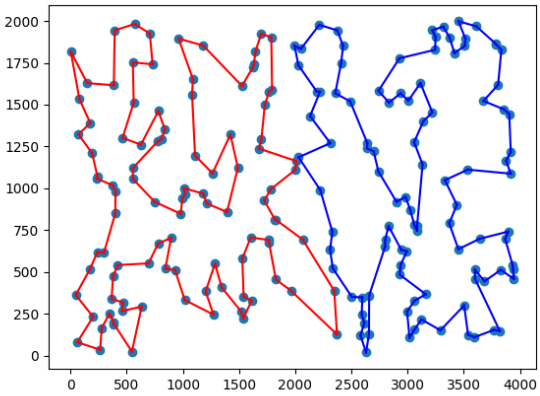
Rysunek 13: kroA200, losowy start



Rysunek 14: kroB200, losowy start

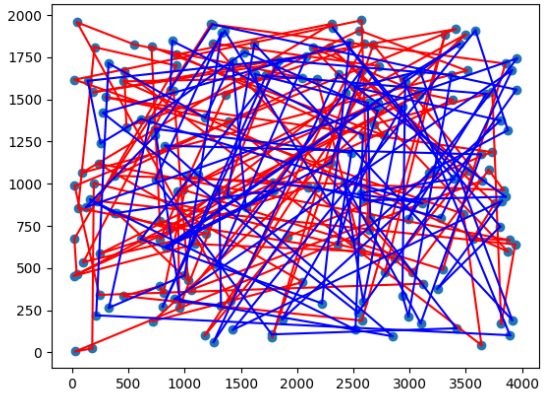


Rysunek 15: kroA200, własny algorytm startowy

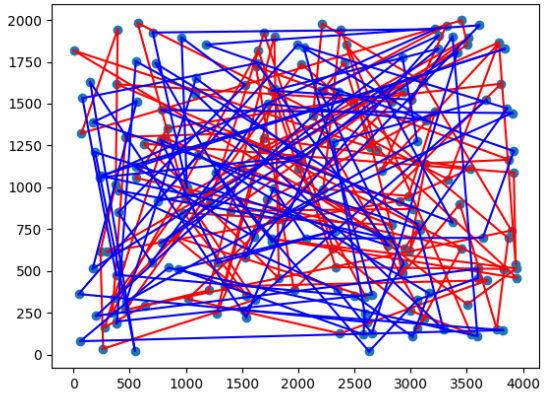


Rysunek 16: kroB200, własny algorytm startowy

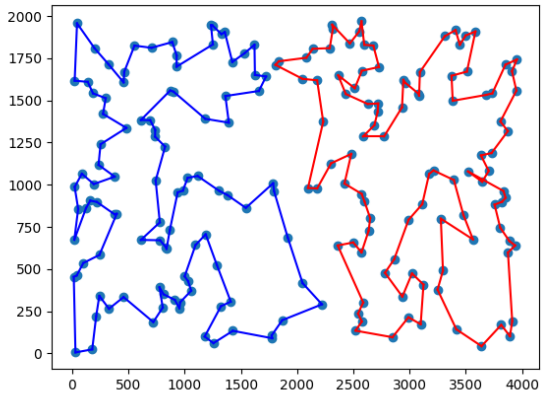
3.2.5 Algorytm losowego błądzenia w obu typach sąsiedztwa (random)



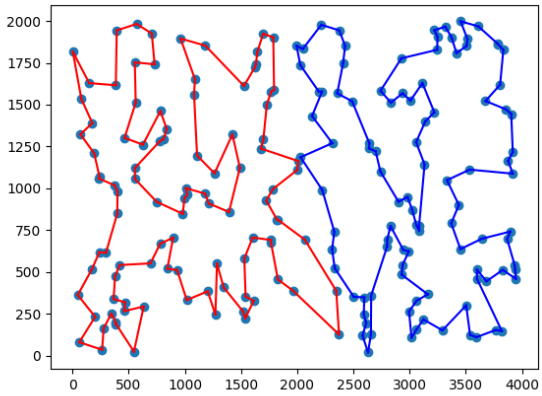
Rysunek 17: kroA200, losowy start



Rysunek 18: kroB200, losowy start



Rysunek 19: kroA200, własny algorytm startowy



Rysunek 20: kroB200, własny algorytm startowy

4 Link do repozytorium

Kod źródłowy w repozytorium GitHub dostępny pod linkiem:
Repozytorium Local Search.