Zadanie 3. Wykorzystanie ocen ruchów z poprzednich iteracji i ruchów kandydackich w lokalnym przeszukiwaniu

Oskar Kiliańczyk 151863 & Wojciech Kot 151879

1 Opis zadania

Celem eksperymentu jest poprawa efektywności czasowej lokalnego przeszukiwania w wersji stromej, wykorzystującego najlepsze sąsiedztwo z poprzedniego zadania. Porównujemy wersję bazową z dwiema modyfikacjami: uporządkowaną listą ruchów oraz ruchem kandydackim. Każdy algorytm uruchamiany jest 100 razy na każdej instancji, startując z losowych rozwiązań. Dla porównania uwzględniamy również najlepszą heurystykę konstrukcyjną z zadania 1.

2 Opisy algorytmów

2.1 Te same co w poprzednich sprawozdaniach

2.1.1 Steepest

1. Dopóki możliwa jest poprawa:
   (a) Przeszukaj wszystkie możliwe modyfikacje ścieżek:
      - zmiany lokalne w jednej ścieżce (zamiana dwóch wierzchołków lub odwrócenie fragmentu),
      - wymiany wierzchołków między ścieżkami.
   (b) Wybierz modyfikację dającą największą poprawę.
   (c) Wprowadź ją do odpowiedniej ścieżki lub ścieżek.
2. Zwróć ulepszone ścieżki.

2.1.2 Nasz własny algorytm

Nasza heurystyka konstrukcyjna cechuje się podejściem zachłannym, ale wykorzystuje pewną wiedzę dziedzinową, a mianowicie to, że znacznie lepsze wyniki da się uzyskać kiedy wpierw dobierze się mądry podział wierzchołków startowych.

1. Utworzenie listy pozostałych wierzchołków (wszystkie możliwe, poza startowymi)
2. Utworzenie dwóch list zawierających odpowiednio dystanse każdego wierzchołka do pierwszego i do drugiego wierzchołka startowego
3. Sortowanie utworzonych uprzednio list dystansów wierzchołków
4. Aż do przydzielenia wszystkich wierzchołków z listy pozostałych wierzchołków wykonuje:
5. Zmianę decyzji do którego zestawu wierzchołków obecnie będzie przydzielać wierzchołek (aby robić to naprzemiennie)
6. Wyszukuje pierwszy wierzchołek na liście dystansów który nie został jeszcze przydzielony do żadnego zestawu i przydziela go tam

W skutek zastosowania takiego przydziału uzyskujemy dwa równo-liczne zbiory, oraz zapewniamy że gdyby ilość badanych wierzchołków była nieparzysta, to zbiory będą różnić się długością najwyżej o 1.

Następnie wykorzystujemy tradycyjny algorytm rozbudowy cyklu w oparciu o dwużal, osobno na obu listach. Wygląda on następująco:

1. Algorytm zaczyna od ścieżki zawierającej wierzchołek startowy podwójnie
2. Dopóki w ścieżce nie znajdują sie wszystkie wierzchołki z zadanego mu zestawu powtarza:
3. Dla każdego nieodwiedzonego wierzchołka oblicza koszty jego wstawienia
4. Następnie oblicza żal (dwużal) dla danego wierzchołka
5. Rozbudowuje cykl o wierzchołek z największym obliczonym żalem i zaznacza go jako odwiedzonego
6. Zwraca ścieżkę

Używając takiej funkcji osobno na obu zbiorach wierzchołków uzyskujemy dwie ścieżki i zwracamy do programu głównego.

2.2 Nowe pseudokody

2.2.1 Steepest wykorzystujący listę ruchów z poprzednich iteracji

1. Wygeneruj wszystkie możliwe modyfikacje ścieżek.
2. Zainicjuj listę ruchów przynoszących poprawę i posortuj ją względem poprawy.
3. Dopóki są ruchy przynoszące poprawę na liście:
   (a) Sprawdź czy ruch jest aplikowalny:
   (b) jeśli krawędzie potrzebne do wykonania ruchu nie istnieją, usuń go z listy
   (c) jeśli krawędzie istnieją, ale są w przeciwnym kierunku, pomiń ten ruch
   (d) jeśli ruch jest aplikowalny, wykonaj go
   (e) Zaktualizuj listę LM (pseudokod poniżej)
4. Zwróć ulepszone ścieżki.

Zaktualizowanie listy LM:

1. Określ zbiory wierzchołków i krawędzi na które miał wpływ ostatni ruch
2. Dla każdego ruchu w liście LM:
   (a) Sprawdź czy ruch operuje na wierzchołkach lub krawędziach zmienionych ostatnim ruchem:
   (b) jeśli tak, usuń ten ruch z listy.
   (c) jeśli nie, pozostaw na liście.
3. Wygeneruj nowo dostępne ruchy na podstawie zbiorów zmienionych wierzchołków oraz nowych krawędzi
4. Dodaj nowe ruchy(polepszające rozwiązanie) wraz z ich poprawami do listy LM
5. Posortuj LM względem ich wartości poprawy rozwiązania
6. Zwróć posortowaną listę.

2.2.2 Steepest wykorzystujący ruchy kandydackie

1. Stwórz listy k najbliższych wierzchołków, dla każdego wierzchołka (k=parametr)
2. Dopóki możliwa jest poprawa:
   (a) Przeszukaj możliwe modyfikacje ścieżek:
      - wszystkie wymiany wierzchołków między ścieżkami.
      - zmiany lokalne w jednej ścieżce(zamiana dwóch wierzchołków lub odwrócenie fragmentu),
      - tylko z listy ruchów kandydackich (k najbliższych wierzchołków, dla każdego wierzchołka)
   (b) Wybierz modyfikację dającą największą poprawę.
   (c) Wprowadź ją do odpowiedniej ścieżki lub ścieżek.
3. Zwróć ulepszone ścieżki.

Algorytm	Best	Avg	Worst	Best Time	Avg Time	Worst Time	Best Diff	Avg Diff
split_paths_regret_TSP	30426	32893	36854	0.0943059	0.105313	0.206992		
traverse_steepest_edge	35949	38818.8	41812	3.70818	4.1397	4.53379	325405	301537
steepest_LM	34643	38673	41570	1.02937	1.30407	1.92433	327271	301518
steepest_kandydackie	36656	39723.4	43659	0.889616	1.04703	1.90562	323577	298848

Tabela 1: Wyniki dla kroA200

Algorytm	Best	Avg	Worst	Best Time	Avg Time	Worst Time	Best Diff	Avg Diff
split_paths_regret_TSP	31218	33102.7	36913	0.0939048	0.0999451	0.131889		
traverse_steepest_edge	36556	38791.3	41839	3.94789	4.60979	6.5536	329070	293891
steepest_LM	36309	38794.7	41938	0.97498	1.25639	1.55901	322191	293913
steepest_kandydackie	37372	39808.4	41720	0.861845	0.965179	1.08236	325756	292558

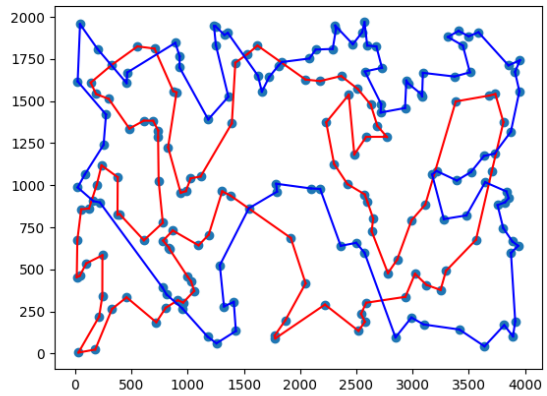
Tabela 2: Wyniki dla kroB200

3 Wyniki

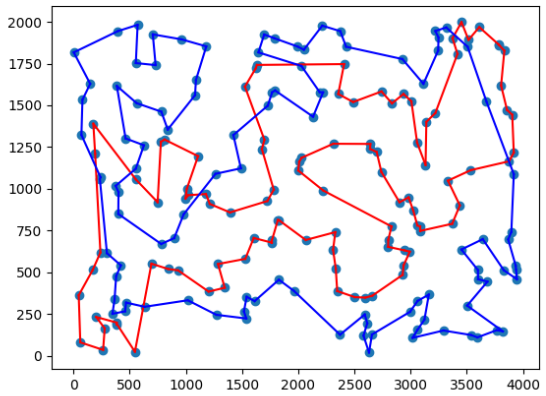
3.1 Tabela wynikowa

3.2 Wizualizacja wyników

3.2.1 Algorytm stromy, bazowy

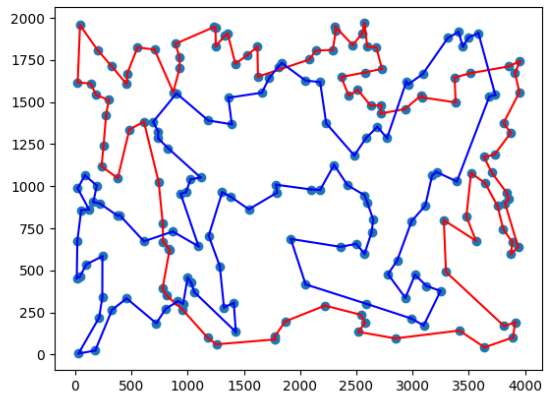


Rysunek 1: kroA200, losowy start

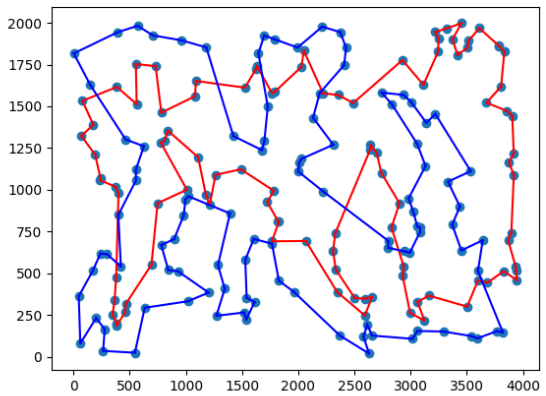


Rysunek 2: kroB200, losowy start

3.2.2 Algorytm stromy z listą ruchów

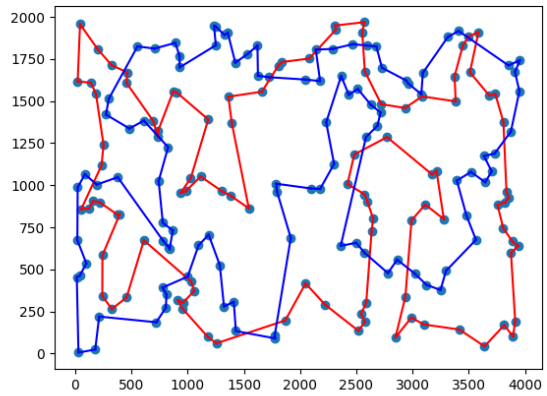


Rysunek 3: kroA200, losowy start

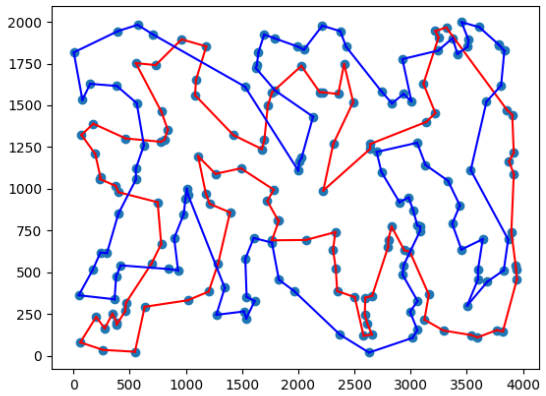


Rysunek 4: kroB200, losowy start

3.2.3 Algorytm stromy z mechanizmem ruchów kandydackich

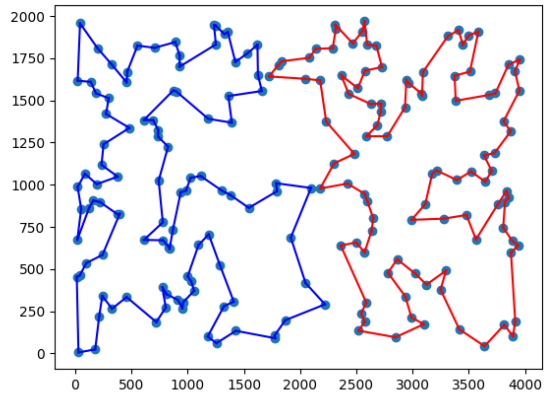


Rysunek 5: kroA200, losowy start

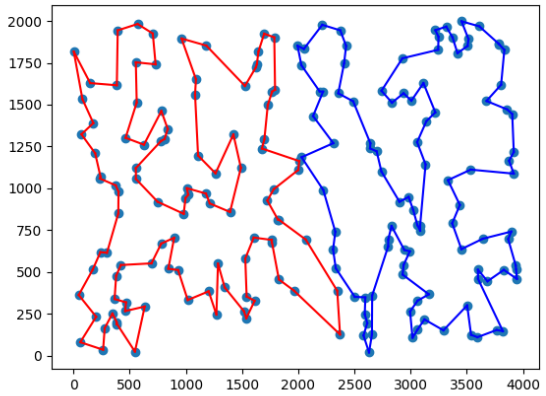


Rysunek 6: kroB200, losowy start

3.2.4 Heurystyka konstrukcyjna



Rysunek 7: kroA200, losowy start



Rysunek 8: kroB200, losowy start

4 Wnioski i analiza wyników

Na podstawie wyników można zauważyć, że algorytm stromy z listą ruchów oraz algorytm stromy z mechanizmem ruchów kandydackich są znacznie bardziej efektywne niż algorytm bazowy. W przypadku instancji kroA200 algorytm stromy z listą ruchów osiągnął lepszy wynik, natomiast w przypadku instancji kroB200 algorytm stromy z mechanizmem ruchów kandydackich okazał się lepszy. Niezależnie od instancji algorytm korzystający z ruchów kandydackich okazał się odrobinę bardziej efektywny czasowo. Wyniki naszej heurystyki konstrukcyjnej są wciąż najlepsze, jednak jest to przede wszystkim zasługa dobrego startowego podziału, czyli zastosowania swego rodzaju wiedzy dziedzinowej, a to sugeruje, że algorytmy lokalnego przeszukiwania mogą być użyte do poprawy wyników heurystyki konstrukcyjnej, ale nie jako osobna metoda znajdowania optimum rozpoczynając z rozwiązań losowych. Poprzednie zadanie pokazało, że algorytmy lokalnego przeszukiwania są bardziej efektywne w przypadku, gdy startujemy z rozwiązań konstrukcyjnych.

5 Link do repozytorium

Kod źródłowy w repozytorium GitHub dostępny pod linkiem:
Repozytorium.