Sprawozdanie 5 – Hybrydowy algorytm ewolucyjny

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

Opis zadania

Zadanie polegało na zaimplementowaniu hybrydowego algorytmu ewolucyjnego i porównaniu go z metodami MSLS i ILSx z poprzedniego tygodnia. Algorytm ewolucyjny opierał się na populacji reprezentatywnej o wielkości 20, z której losowaliśmy rodziców i dokonując rekombinacji generowaliśmy nowe rozwiązanie.

Pseudokod zaimplementowanego algorytmu ewolucyjnego:

Funkcja evolve:

```
Populacja = []
Powtórz 20 razy:
    Do populacji dodaj wynik Greedy Search Inicjalizowanego Heurystycznie
Powtarzaj:
    Wylosuj z Populacja dwóch rodziców;
    Dziecko=Rodzic1
    Dla każdego wierzchołka w Dziecko:
        usuń jeżeli oboje sasiedzi nie sa tacy sami jak u Rodzic2
    Dziecko=rebuild_cycle_heuristic(Dziecko,zbiór danych)
    Jeżeli robić LS:
        Wykonaj Greedy Search na dziecku
    Jeżeli Dziecko > Najgorszy reprezentant populacji ORAZ W populacji nie ma wyniku dziecka:
        Zastap najgorszego reprezentata dzieckiem
    Jeżeli populacja nie zmieniła się od 25 iteracji:
        Zastap najgorszego reprezentacja nowym wynikiem z Greedy_Search
Dopóki nie skończy się czas
```

Funkcja rebuild_cycle_heuristic odbudowuje Podany na wejściu cykle algorytmem Najbliższego Sasiada, w taki sposób że wierzchołki mogą być uzupełnione miedzy dowolne dwa wybranego cyklu (jeżeli ten cykl nie ma już 100 wierzchołków).

Pozostałe powtórnie wykorzystane funkcje

Poniższe funkcje zostały zaimplementowane już w ramach poprzednich laboratoriów i teraz ponownie wykorzystane. Z tego względu pseudokody zostały bez zmian. Funkcje te definiują:

- Ruchy wewnątrz i między trasowe (change edges i change vertices)
- Lokalne przesukiwanie typu zachłannego (greedy search)
- Multi Start Local Search oraz różne warianty podejścia Iterative Local Search

Change Vertices (ruch między trasowy)

```
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)

```
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 pierwotnego cyklu
```

Start_cycle_random

```
cykl_pierwszy = wybierz losowo 100 liczb z zakresu (0-199)
cykl_drugi = pozostałe liczby z zakresu (0-199) nie wybrane w cykl_pierwszy
Zwróć cykl_pierwszy, cykl_drugi
```

MSLS (Greedy search):

```
Powtórz 100 razy:
Wygeneruj rozwiązanie startowe x (start_cycle_heuristic)
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.
```

ILS1 - Iteracyjne przeszukiwanie lokalne z niewielką perturbacją

```
Ustaw zmienną N, która określa liczbę wierzchołków poddanych perturbacji
Wygeneruj rozwiązanie startowe x (start_cycle_random)
Powtarzaj:
    Wykonaj lokalne przeszukiwanie LS (greedy)
```

```
    Jeśli poprawiło się globalne rozwiązanie to zapamiętaj nowy najlepszy cykl, w przeciwnym razie
przywróć do zmiennej cycle najlepszy wygenerowany cykl
    Dokonaj perturbacji N wierzchołków
Dopóki nie upłynął czas
Zwróć najlepszy znaleziony cykl (zmienna cycle)
```

ILS2 – Iteracyjne przeszukiwanie z większa perturbacją

```
Ustaw zmienną N, która określa liczbę wierzchołków poddanych perturbacji w jednym cykly(default=10)
Wygeneruj rozwiązanie startowe x (start_cycle_random)
Powtarzaj:
        Wykonaj lokalne przeszukiwanie LS (greedy)
        Jeśli poprawiło się globalnie
        najlepsze rozwiązanie to zapamiętaj nowy najlepszy cykl, wprzeciwnym razieprzywróć do zmiennej cyc
        le najlepszy wygenerowany cykl
        Usuń N wierzchołków z każdego cyklu
        Odbuduj cykle metodą najbliższego sąsiada
Dopóki nie upłynął czas
Zwróć najlepszy znaleziony cykl (zmienna cycle)
```

ILS2a – Iteracyjne przeszukiwanie z większa perturbacją

```
Ustaw zmienną N, która określa liczbę wierzchołków poddanych perturbacji w jednym cykly(default=10)
Wygeneruj rozwiązanie startowe x (start_cycle_random)
Wykonaj lokalne przeszukiwanie LS (greedy)
Powtarzaj:
        Jeśli poprawiło się globalnie \\
        najlepsze rozwiązanie to zapamiętaj nowy najlepszy cykl, wprzeciwnym razieprzywróć do zmiennej cyc
        le najlepszy wygenerowany cykl
        Usuń N wierzchołków z każdego cyklu
        Odbuduj cykle metodą najbliższego sąsiada
Dopóki nie upłynął czas
Zwróć najlepszy znaleziony cykl (zmienna cycle)
```

Tabela prezentująca wartości funkcji celu eksperymentu obliczeniowego

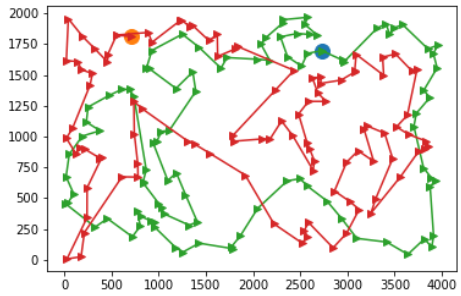
Typ algorytmu	kroa	krob
MSLS	3928 (3538 - 4639)	3615 (3558- 3742)

Tabela prezentująca czasy obliczeń eksperymentu obliczeniowego

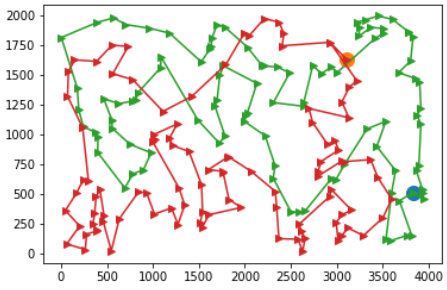
Typ algorytmu	kroa	krob
Algorytm Ewolucyjny	36714 (36296-37445)	37053 (36384-37701)
Algorytm Ewolucyjny z LS	33557 (32424-34446)	33768 (32924-34613)
MSLS	37610 (35918-38123)	38110 (37117-38935)
ILS1	35809 (34802-36878)	35993 (33800-38032)
ILS2	34470 (33097 – 36391)	36365 (35729-36990)
ILS2a	37137 (34294 – 38487)	37809 (36583-39257)

Wizualizacje najlepszych rozwiązań

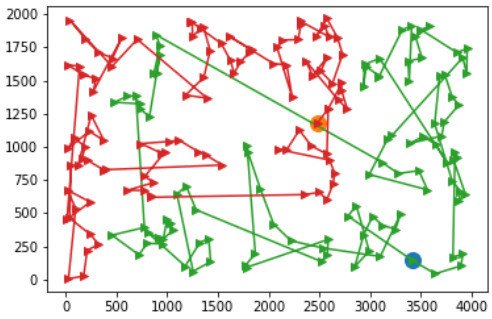
Ewolucyjny bez LS – Kroa



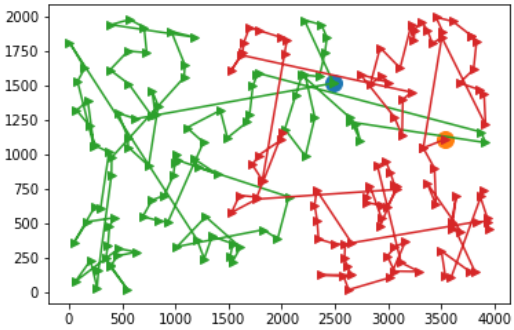
Ewolucyjny bez LS – Krob



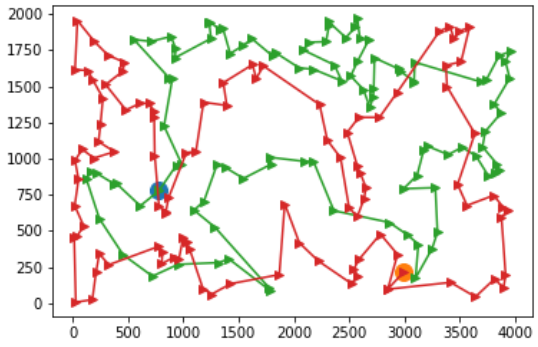
Ewolucyjny z LS – Kroa



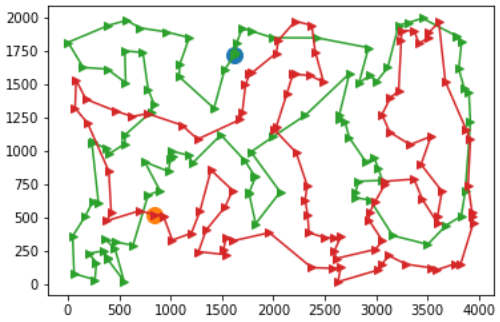
Ewolucyjny z LS – Krob



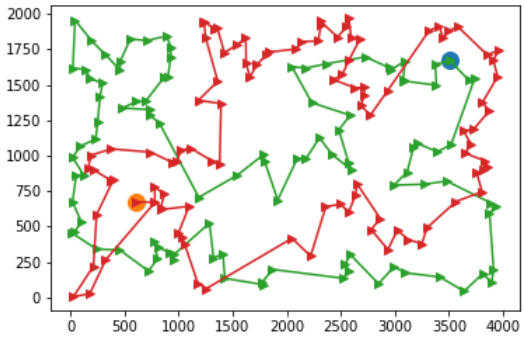
MSLS – Kroa



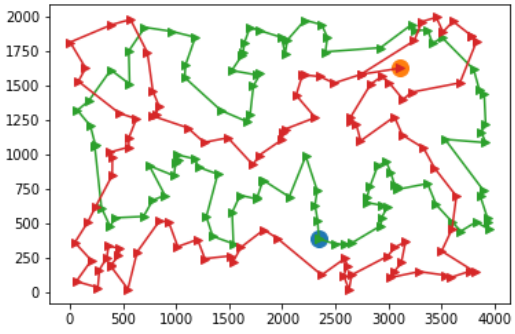
MSLS– Krob



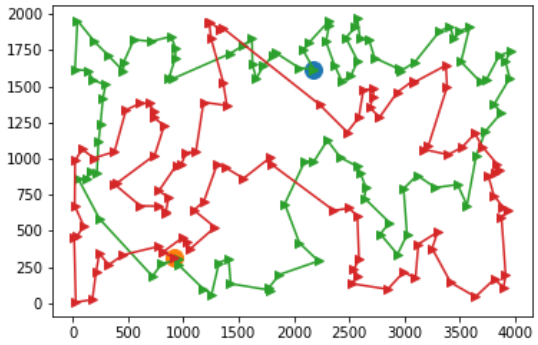
ILS1 – Kroa



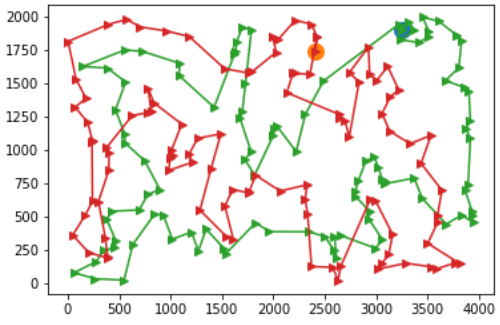
ILS1 – Krob



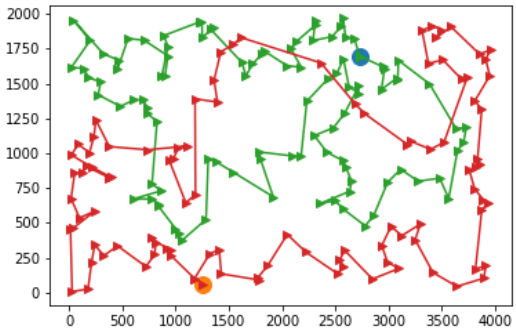
ILS2 – Kroa



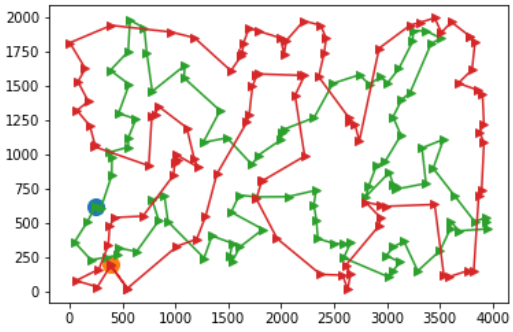
ILS2 – Krob



ILS2a – Kroa



ILS2a – Krob



Wnioski

Algorytmy ewolucyjne pozwalają eksplorować przestrzeń rozwiązań w oryginalny dla nich sposób. Daje im to zdolność do znajdywania optimów, do których nie zawsze potrafiły dotrzeć wersje zwykłe (MSLS) ani nawet te z perturbacjami (ILSx).

Wersja algorytmu ewolucyjnego, w której po odbudowie nie wykonywaliśmy lokalnego przeszukiwania rzadko kiedy dawała na tyle dobre ścieżki, żeby kwalifikowały się one do zastąpienia nimi innego wyniku w populacji. Działo się tak ze względu na to, że odbudowa na bazie najbliższego sąsiada (mimo że umożliwiała wstawiać w dowolne miejsca cyklu) dawała za słabe wyniki. Z tego względu w wyznaczonym czasie populacja nie ewoluowała wystarczająco często, żeby zmiany były wyraźnie zauważalne.

Natomiast wersja, w której to lokalne przeszukiwanie na końcu występuje pozwalała na tyle efektywnie aktualizować populację, że ewolucja po pewnym czasie dawała wyraźne na wykresach efekty. Widać jak cykle z biegiem ewolucji coraz mniej na siebie nachodzą a zamiast tego alokują się coraz bardziej na rozłącznych przestrzeniach.

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 Lab5/Lab5.ipynb)