



Inteligencja Obliczeniowa 2024

Optymalizacja ruchu pojazdów w mieście za pomocą narzędzia MatSIM

Autorzy:
Antonina Kuś
Szymon Żychowicz

1. Cele i zakres prac

Celem projektu jest optymalizacja ruchu pojazdów poprzez dostosowanie cykli świateł drogowych. Optymalizacja zostanie przeprowadzona przy użyciu algorytmów ewolucyjnych. W naszym przypadku, osobnikiem będzie cykl świateł, który będzie podlegał zmianom na podstawie wyników ScoreStats obliczanych przez program MatSim. Wykorzystany algorytm optymalizacji będzie algorytmem jednokryterialnym.

Wybraliśmy trzy algorytmy, które mogą pasować do naszego problemu. Optymalizacja została wykonana przy użyciu każdego z nich. Są to:

1. Genetic Algorithm - jest to podstawowa implementacja algorytmu genetycznego. Może być łatwo dostosowywana i stosowana do szerokiej kategorii problemów.
2. Evolutionary Strategy - stosowany jest do rozwiązywania problemów optymalizacji wartości rzeczywistych.
3. Improved Stochastic Ranking Evolutionary Strategy - udoskonalona wersja algorytmu SRES (strategia ewolucyjna z obsługą ograniczeń przy użyciu stochastycznego rankingowania) zdolna efektywnie radzić sobie z zależnymi zmiennymi.

2. Narzędzia

W zadaniu będziemy korzystać głównie z programu MatSim, który służy do symulacji transportu. Aby kontrolować sygnalizację świetlną, użyjemy biblioteki Signals 11.0. Ta biblioteka umożliwia konfigurowanie cykli świateł za pomocą plików XML zawierających ustawienia programu.

<https://matsim.org/apidocs/signals/11.0/>

Dodatkowo wykorzystana zostanie biblioteka PyMoo. Wybraliśmy ją ze względu na łatwość implementacji, jaką oferuje język Python oraz dostępność wielu algorytmów optymalizacyjnych.

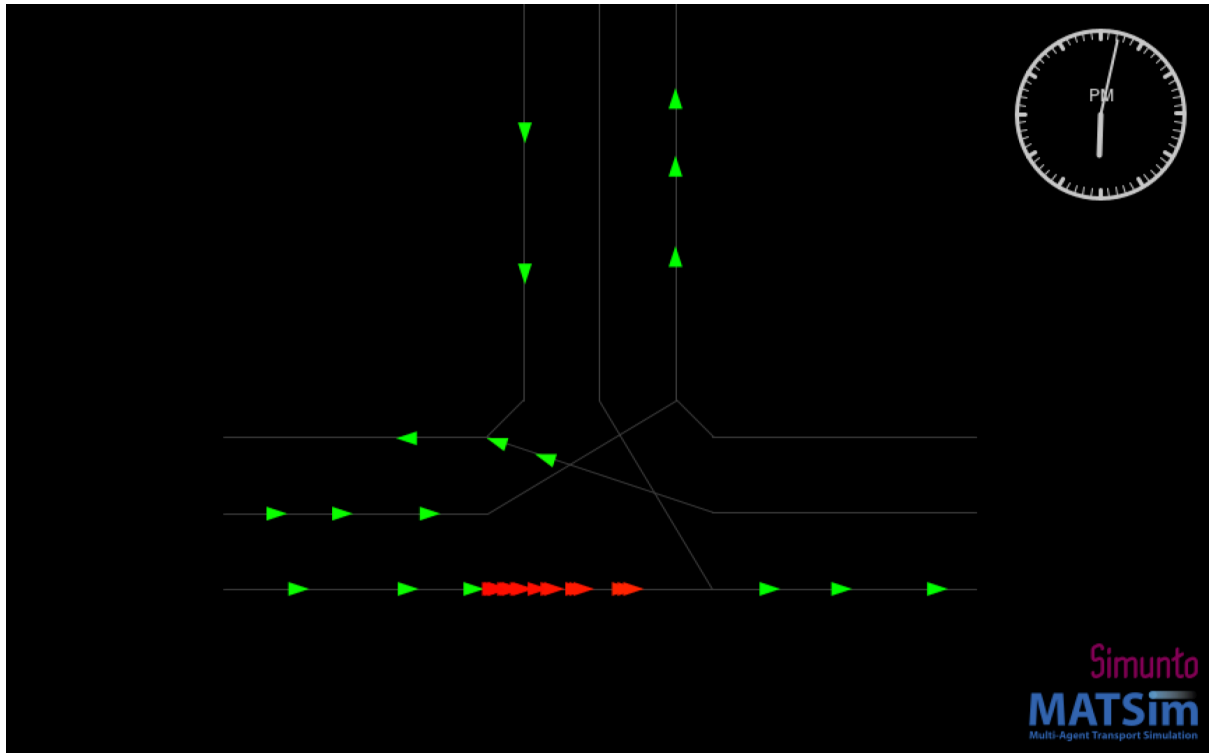
<https://pymoo.org/index.html>

3. Wybór osobnika oraz przebieg optymalizacji

Osobnikiem jest liczba reprezentująca skrzyżowanie przedstawione na rysunku numer 1. W zależności od tej wartości, podstawowe czasy zmiany świateł ulegają operacji mnożenia, a następnie symulacja odbywa się na nowo wygenerowanym planie. Kolejno, program MatSim oblicza wartość ScoreStats dla tej symulacji i jest ona przekazywana do algorytmu optymalizującego. Poniżej znajduje się kod przedstawiający podstawowego osobnika.

```
<ns0:signalPlan id="1">
  <ns0:start daytime="18:00:00" />
  <ns0:cycleTime sec="60" />
  <ns0:offset sec="0" />
  <ns0:signalGroupSettings refId="10">
    <ns0:onset sec="0" />
    <ns0:dropping sec="10" />
  </ns0:signalGroupSettings>
  <ns0:signalGroupSettings refId="11">
    <ns0:onset sec="0" />
    <ns0:dropping sec="10" />
  </ns0:signalGroupSettings>
  <ns0:signalGroupSettings refId="13">
    <ns0:onset sec="0" />
    <ns0:dropping sec="30" />
  </ns0:signalGroupSettings>
  <ns0:signalGroupSettings refId="14">
    <ns0:onset sec="20" />
    <ns0:dropping sec="30" />
  </ns0:signalGroupSettings>
  <ns0:signalGroupSettings refId="16">
    <ns0:onset sec="40" />
    <ns0:dropping sec="50" />
  </ns0:signalGroupSettings>
  <ns0:signalGroupSettings refId="17">
    <ns0:onset sec="40" />
    <ns0:dropping sec="50" />
  </ns0:signalGroupSettings>
</ns0:signalPlan>
```

ScoreStats to wartość wyliczana przez MatSim szczegółowo opisana w rozdziale 3.2 w [artykule](#). Może być rozumiana jako *utility* planu przejazdu. Składa się z wielu parametrów: od takich jak czas oczekiwania, po koszty finansowe rozwiązania. Dla uproszczenia modelu wybraliśmy *traveling*, czyli czas podróży jako czynnik do minimalizowania.



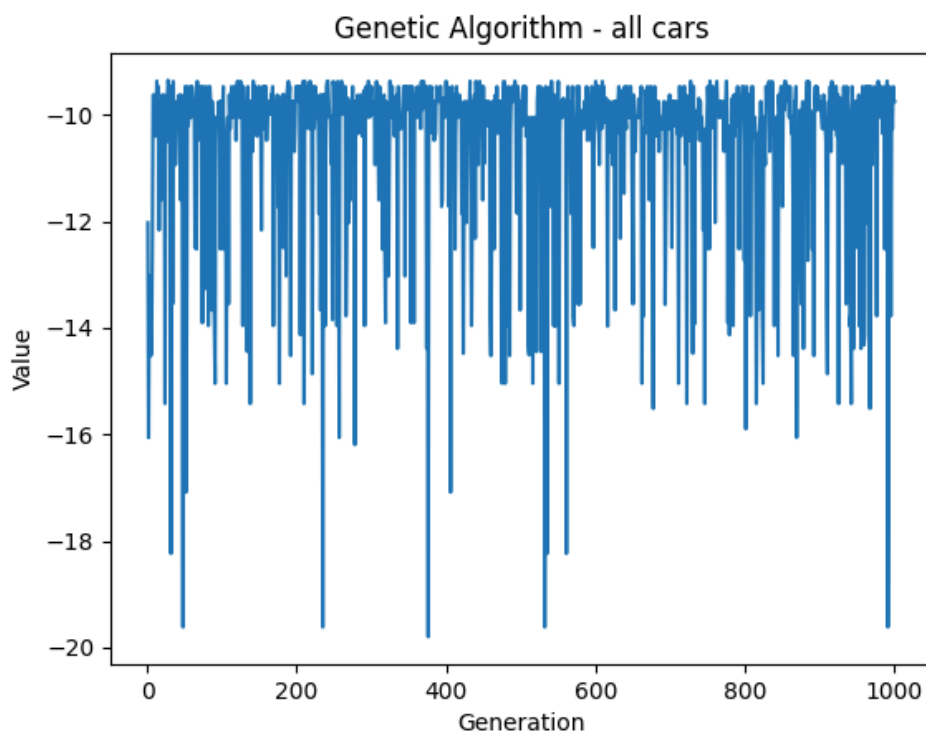
Rysunek 1: Wizualizacja skrzyżowania w programie VIA.

4. Wyniki optymalizacji

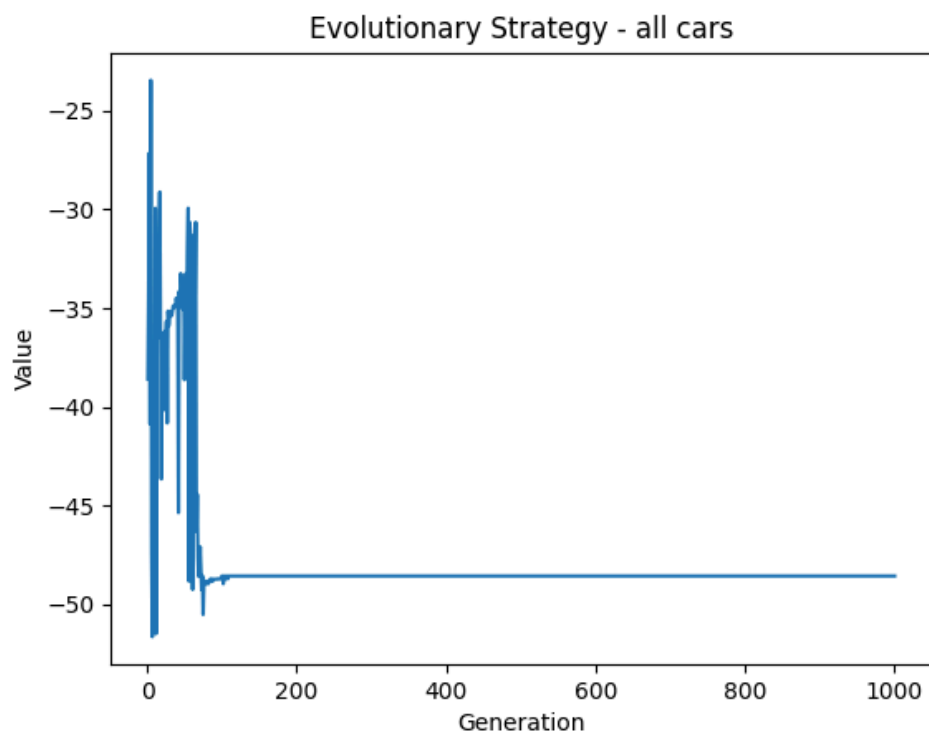
Optymalizacja została przeprowadzona dla każdego z 3 wybranych algorytmów. Każda z optymalizacji trwała 1000 epok i została uruchomiona na planie zawierającym 7200 pojazdów oraz 3600 pojazdów. Poniżej zaprezentowane są wykresy obrazujące wyniki każdej z wykonanych optymalizacji oraz tabela wyników.

	7200 pojazdów	3600 pojazdów
Genetic Algorithm	X = 91 F = -24.70072	X = 5 F = -9.35502
Evolutionary Strategy	X = 99.31203 F = -23.45850	X = 43.49399 F = -11.26091
Improved Stochastic Ranking Evolutionary Strategy	X = 99.31203 F = -23.45850	X = 43.49399 F = -11.26091

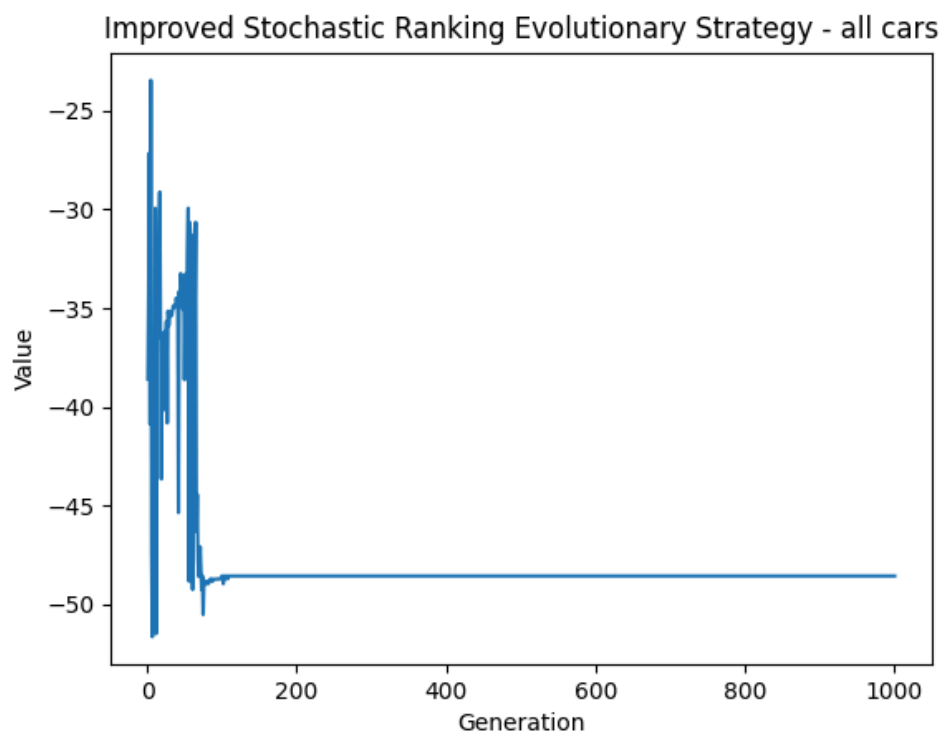
Tabela 1: Wyniki optymalizacji



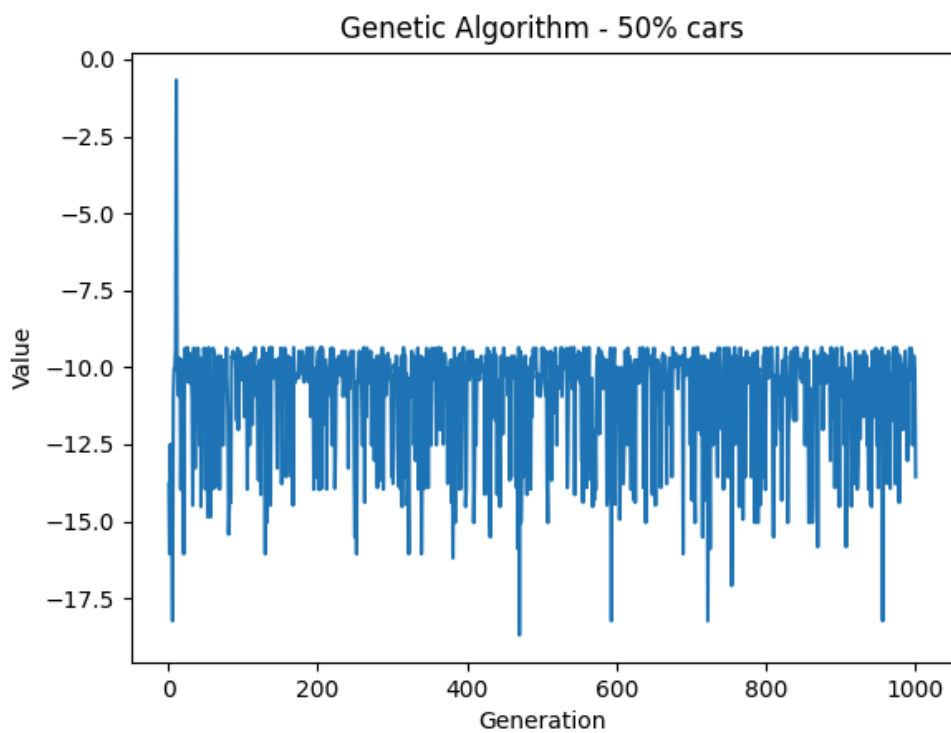
Wykres 1: Genetic Algorithm - wszystkie pojazdy



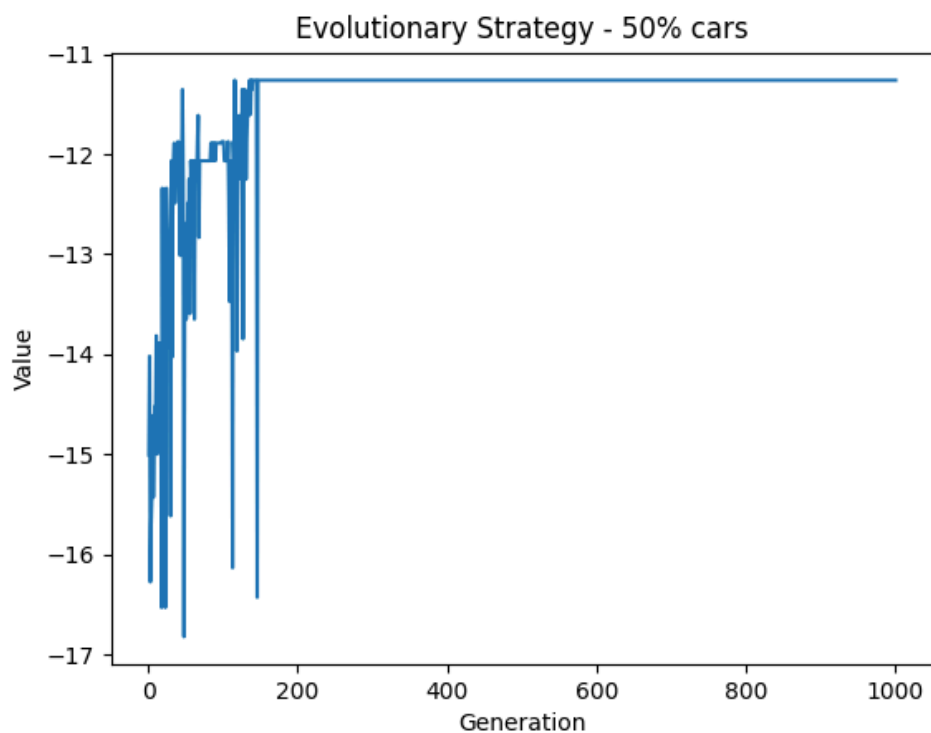
Wykres 2: Evolutionary Strategy - wszystkie pojazdy



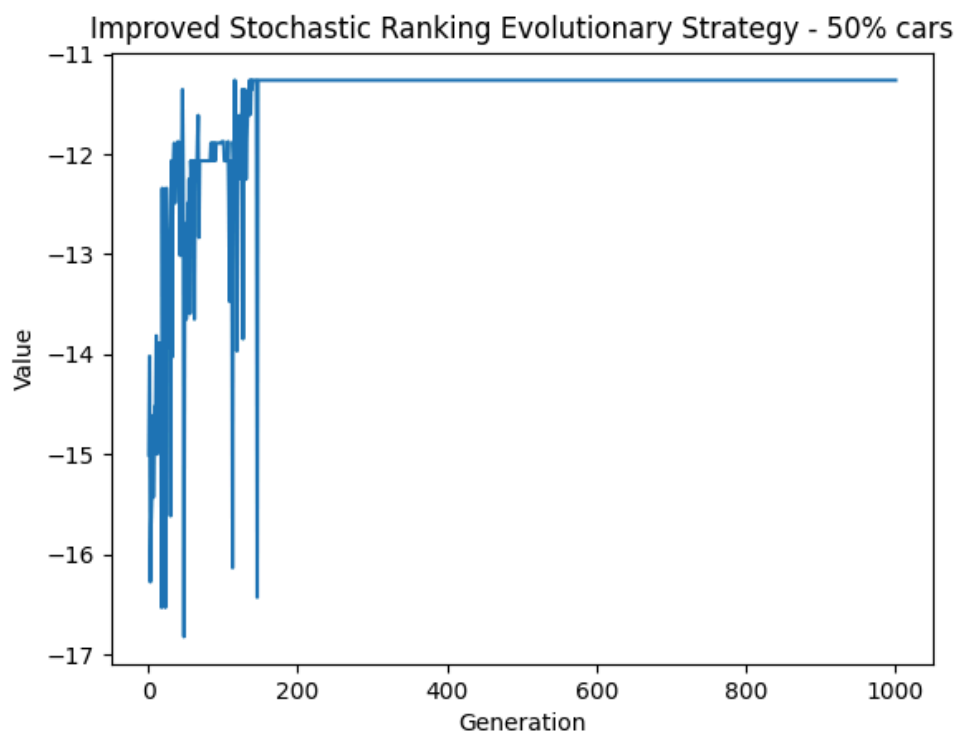
Wykres 3: Improved Stochastic Ranking Evolutionary Strategy - wszystkie pojazdy



Wykres 4: Genetic Algorithm - połowa pojazdów



Wykres 5: Evolutionary Strategy - połowa pojazdów



Wykres 6: Improved Stochastic Ranking Evolutionary Strategy - połowa pojazdów