

Optymalizacja struktury sieci drogowej

Michał Siatkowski

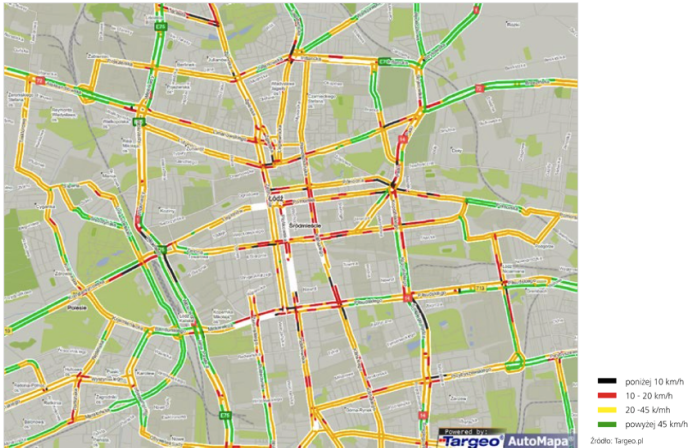
Promotor: dr hab. inż. Aneta Poniszewska - Marańda

Kopromotor: mgr inż. Łukasz Chomątek

Politechnika Łódzka

Łódź, FTIMS, Informatyka 2014/2015

Problematyka optymalizacji ruchu drogowego



Rysunek 1 : Łódź - szczyt poranny, średnie prędkości.

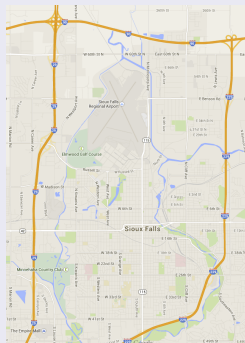
Cele pracy

Celami pracy są:

- 1 Zdefiniowanie problematyki optymalizacji struktury sieci drogowej.
- 2 Stworzenie aplikacji optymalizującej tę strukturę.
- 3 Analiza i ocena efektywności zastosowanych rozwiązań.

Podstawowe definicje

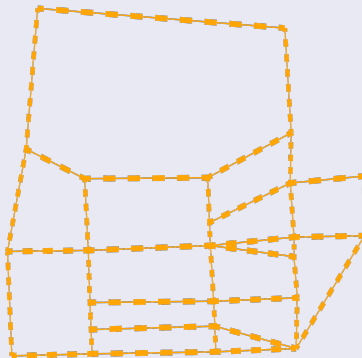
Sieć drogowa



Rysunek 2 : Fragment sieci drogowej w Sioux Falls, Południowa Dakota.

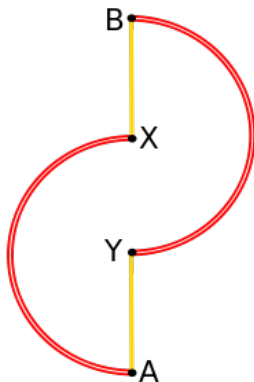
Podstawowe definicje

Sieć drogowa w postaci grafu



Rysunek 3 : Sieć drogowa miasta Sioux Falls w postaci grafu.

Paradoks Braessa



Rysunek 4 : Wyjściowy układ drogowy

Autostrady:

$$AX, t_{AX}(p) = 50 + p \text{ min}$$

$$YB, t_{YB}(p) = 50 + p \text{ min}$$

Drogi lokalne:

$$AY, t_{AY}(p) = 10p \text{ min}$$

$$XB, t_{XB}(p) = 10p \text{ min}$$

Aut jest 6000 i wszystkie mają za zadanie przejechać trasę z A do B.

Równowaga Nasha

Równowaga Nasha to taka sytuacja, w której każdy z samochodów spowoduje wydłużenie swojego czasu jazdy, zmieniając decyzję co do wyboru trasy przy niezmienionych decyzjach pozostałych aut.

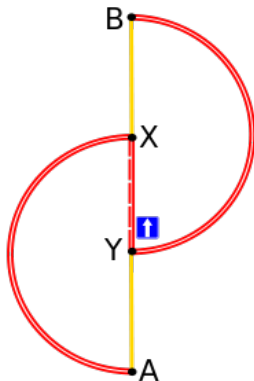
Jeśli p i q to liczby aut w tysiącach pokonujących odpowiednio trasy AXB i AYB, otrzymujemy równania:

$$\begin{aligned}p + q &= 6 \\t_{AX}(p) + t_{XB}(p) &= t_{AY}(q) + t_{YB}(q) \\50 + p + 10p &= 10q + 50 + q\end{aligned}$$

rozwiązaniem jest $p = q = 3$.

Przy tej gęstości ruchu pokonanie obu dostępnych tras zabiera $50 + 3 + 30 = 83$ minuty.

Uzupełniony układ drogowy



Rysunek 5 : Uzupełniony układ drogowy

Do wyjściowego układu drogowego dodana zostaje autostrada:

$$YX, t_{YX}(p) = 10 + p \text{ min}$$

Aut jest nadal 6000 i wszystkie mają za zadanie przejechać trasę z A do B.

Równowaga Nasha dla uzupełnionego układu

Jeśli p , q i r to liczby aut w tysiącach pokonujących odpowiednio trasy AXB, AYB i AYXB, otrzymujemy równania:

$$\begin{aligned} p + q + r &= 6 \\ t_{AX}(p) + t_{XB}(p + r) &= t_{AY}(q + r) + t_{YB}(q) = \\ &= t_{AY}(q + r) + t_{YX}(r) + t_{XB}(p + r) \end{aligned}$$

$$50 + p + 10(p + r) = 10(q + r) + 50 + q = 10(q + r) + 10 + r + 10(p + r)$$

rozwiązaniem jest $p = q = r = 2$.

Czas przejazdu każdej z tych dróg wynosi wówczas
 $50 + 2 + 10(2 + 2) = 92$ minuty.

Symulator transportu



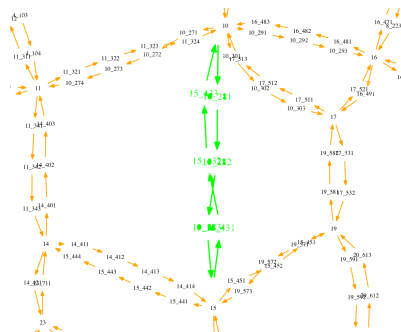
Rysunek 6 : Logo symulatora transportu MATSim

- Dostarcza symulację zachowań mobilnych opartych na agentach.
- Zapewnia szybkość i stabilność działania.
- Przedstawia analizę dostarczanych wyników.
- Pozwala na podejście modułowe.
- Został stworzony w ramach licencji otwartego oprogramowania.

Klasyczny algorytm genetyczny

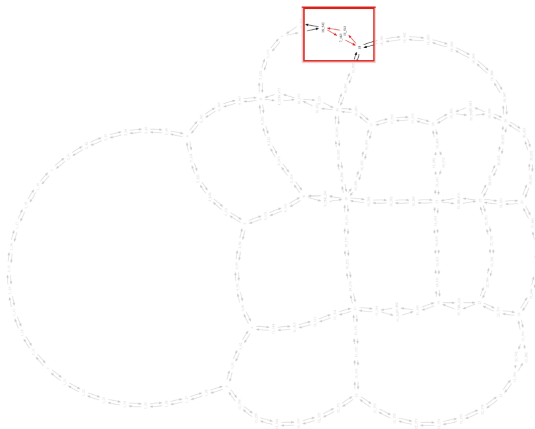
1	1	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---

Rysunek 7 : Fragment sieci w postaci tablicy binarnej



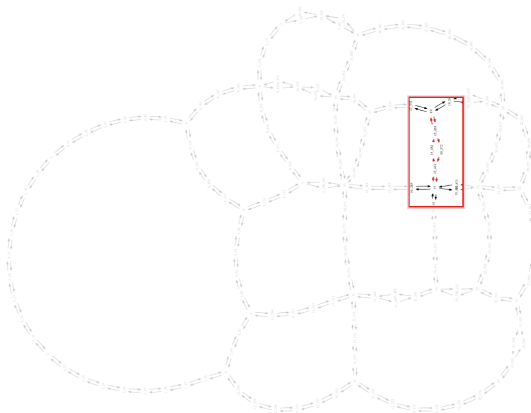
Rysunek 8 : Fragment sieci w postaci grafu

Zamykane obszary



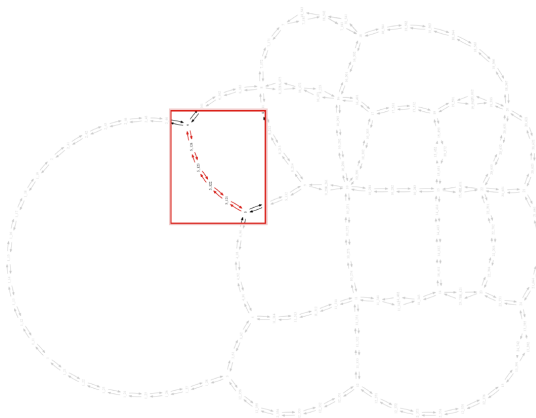
Rysunek 9 : Graf z zaznaczonym zamkniętym obszarem wspólnie dla wszystkich wyników.

Zamykane obszary



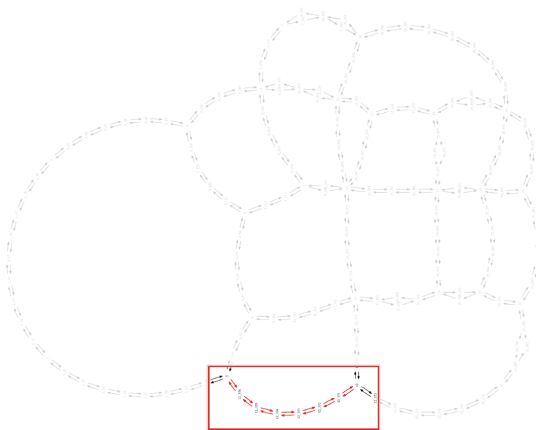
Rysunek 10 : Graf z zaznaczonym zamkniętym obszarem wspólnie dla wyników o ID: 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16.

Zamykane obszary



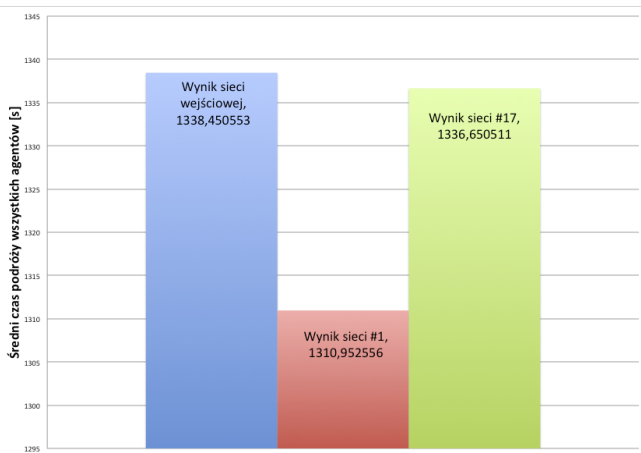
Rysunek 11 : Graf z zaznaczonym zamkniętym obszarem wspólnie dla wyników o ID: 2, 4, 6, 8, 12.

Zamykane obszary



Rysunek 12 : Graf z zaznaczonym zamkniętym obszarem wspólnie dla wyników o ID: 3, 8, 15.

Wyniki optymalizacji sieci



Rysunek 13 : Wykres porównujący wyniki optymalizacji.