

Symulacja ruchu drogowego: Symulacja ruchu samochodów na III Obwodnicy Krakowa.

Streszczenie

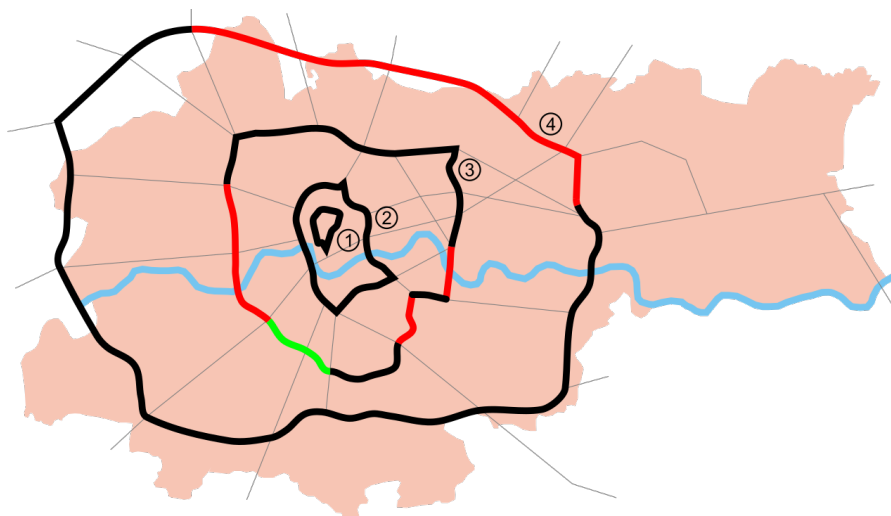
Celem poniższej pracy będzie problem zamodelowania i symulacji ruchu samochodów zarówno osobowych, jak i ciężarowych na III Obwodnicy miasta Krakowa. <dopisać o modelach, o tym co zostało zrobione itp.>

Spis treści

1	Wprowadzenie	2
1.1	Cel i sformułowanie problemu	2
2	Przegląd dostępnych informacji	2
2.1	Model Nagela-Schrackenberg	3
2.2	Nagela-Schrackenberg dla naszych potrzeb	3
2.3	Modelowanie obwodnicy i skrzyżowań	4

1 Wprowadzenie

Modelowanym problemem będzie symulacja ruchu samochodów osobowych i ciężarowych na tzw. III Obwodnicy Krakowa tj. drodze otaczającej centrum Krakowa łącząca takie węzły jak: Rondo Ofiar Katynia, Mistrzejowice, Czyżyny. Aktualnie istnieje głównie północna część drogi, czyli mniej więcej połowa z zaprojektowanych ok. 30km obwodnicy.



Rysunek 1. III Obwodnica Krakowa na rysunku oznaczona przez nr 3: istniejące fragmenty drogi, w budowie i planowane.

III Obwodnica składa się z ciągu ulic trójpasmowych połączonych ze sobą estakadami, np. estakada im. Generała Tadeusza Rozwadowskiego nad aleją 29-listopada. Planowo cała obwodnica powinna łączyć ze sobą wszystkie dzielnice otaczające ściśle centrum Krakowa (Wikipedia [2019](#)).

Północny odcinek III Obwodnicy jest jedyną drogą łączącą Bronowice (oraz wyjazd na Modlniczke) z Nową Hutą i Mistrzejowicami (widzimy to na Rysunku 1). Duże obciążenie tego odcinka kumuluje fakt, że nie istnieje jeszcze planowany odcinek drogi ekspresowej S52 będącej fragmentem IV Obwodnicy, z tego faktu duży ruch samochodów zarówno ciężarowych, jak i osobowych przemieszcza się północną częścią III Obwodnicy - powodując popołudniami ogromne korki w kierunku Nowej Huty.

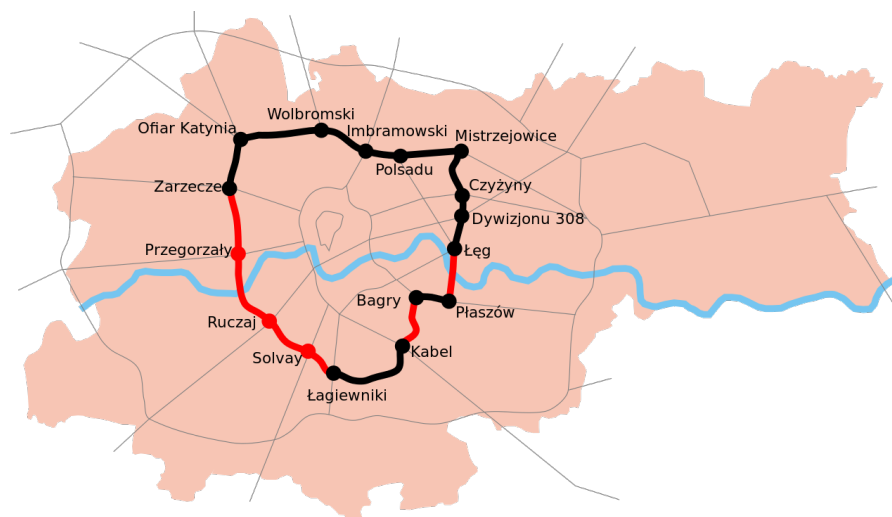
1.1 Cel i sformułowanie problemu

Głównym celem tego projektu jest przeprowadzenie symulacji ruchu drogowego oraz uzyskanie takiego modelu, aby poprawnie pokazać dynamikę przemieszczania się samochodów osobowych, jak i ciężarowych po drogach jedno lub wielopasmowych.

Model powinien zawierać zarówno wszystkie wjazdy i zjazdy z modelowanej drogi, istniejące skrzyżowania oraz powinien charakteryzować się określoną przepustowością na danych odcinkach. W skali mikroskopowej model powinien pokazać specyfikę ruchu różnych typów pojazdów, szerokość pasa ruchu oraz zmiany pasów ruchu przez pojazdy.

2 Przegląd dostępnych informacji

Modelowanie ruchu drogowego jest złożonym i skomplikowanym zadaniem. Model musi uwzględniać dynamikę pojazdów, rozróżnić typy samochodów oraz zamodelować ich trasę od początku do końca. Należy uwzględnić również takie czynniki jak losowe zachowania kierujących, wielkości odstępów między kolejnymi pojazdami oraz przykładowo warunki panujące na jezdni, czy też aktualne nasilenie ruchu.



Rysunek 2. III Obwodnica Krakowa wraz z węzłami.

Istnieje wiele dostępnych już algorytmów (modeli) służących do modelowania ruchu pojazdów. W zależności od dokładności i od poziomu agregacji możemy rozróżnić modele makroskopowe (np. model Newell'a) i mikroskopowe (np. model automatu komórkowego Nagela-Schrackenberga) (Żochowska 2014). Modele makroskopowe charakteryzują się wysoką wydajnością, wysokim poziomem agregacji, ale są po prostu niedokładne. Z drugiej jednak strony mamy modele mikroskopowe cechujące się wysoką dokładnością, ale będące mniej wydajne, jednak nadają się one idealnie do odwzorowywania oddziaływań pomiędzy pojazdami.

Dla naszych celów najrozsądniejszym wyborem na bazowy model będzie automat komórkowy Nagela-Schrackenberga.

2.1 Model Nagela-Schrackenberga

Model **Nagela-Schrackenberga** – jest to tzw. automat komórkowy, którego pierwotnym zastosowaniem było modelowanie ruchu pojazdów na autostradach, jednak jako baza do zadania modelowania ruchu na obwodnicy powinien jak najbardziej się nadać. Jest to model mikroskopowy co oznacza, że odwzorowuje ruch i zachowania poszczególnych pojazdów, np. takie jak zmiana pasa ruchu przez pojazd w celu optymalnego pokonania odcinka drogi, oraz zachowuje odpowiednie odległości między pojazdami.

W modelu Nagela-Schrackenberga każda komórka ma długość $d = 7.5m$, natomiast prędkość każdego pojazdu definiujemy jako ilość komórek pokonanych przez pojazd w określonej jednostce czasu, a model jest opisywany przez szereg reguł, które opisują przyspieszenie, hamowanie oraz odległości między pojazdami (J.Wąs i inni 2009).

2.2 Nagela-Schrackenberga dla naszych potrzeb

Jak już wcześniej wspomnieliśmy model Nagela-Schrackenberga opisuje ruch pojazdów po autostradzie – na jego podstawie jednak powstała spora ilość modeli służących do opisu ruchu miejskiego, np. model Essena i Schrackenberga, który wprowadził reguły zmiany pasa ruchu na podstawie określenia ilości wolnego miejsca między kolejnymi pojazdami.

Podstawową wadą modelu Nagela-Schrackenberga jest jego niedokładność dla pojedynczych pojazdów. Ruch miejski rządzi się nieco innymi prawami, niż ruch autostradowy – w mieście cały czas dochodzi do hamowań i

przyspieszeń – przeciwnie do autostrady, gdzie stale utrzymuje się podobną prędkość.

W udoskonalonym modelu przyspieszenie, jak i hamowanie pojazdu powinno przebiegać płynniej, tzn. przyspieszenie powinno przyjmować mniejsze wartości niż w modelu bazowym, gdzie właśnie ten parametr mógł znacznie odbiegać od rzeczywistości. Ponadto hamowanie powinno następować stopniowo przed przeszkodą i innymi pojazdami.

Proponowanym rozwiązaniem jest rozciągnięcie modelu pojazdu, na kilka kratek modelowanej drogi (J.Wąs i inni 2009). Ruch pojazdu symulowany poprzez przypisanie każdemu pojazdowi pojedynczej komórki oraz wartości odpowiadającej prędkości. Zmienianie pasa ruchu będzie obrazowane poprzez przeskoczenie do odpowiedniej komórki w bok (prawej lub lewej, prostopadłej do kierunku jazdy) oraz o odpowiednią ilość komórek do przodu – sama decyzja jest podejmowana przez odpowiedni algorytm bazujący na wolnych miejscach między kolejnymi pojazdami z określonym prawdopodobieństwem. Prawdopodobieństwo zmiany pasa ruchu powinno zależeć zarówno indywidualnie od pojazdu (wolniejsze przyspieszanie oraz dłuższa droga hamowania dla samochodów ciężarowych), ale także od prędkości pojazdu zmieniającego pas, prędkości pojazdu poprzedzającego znajdującego się na opuszczanym pasie, prędkości najbliższego pojazdu na pasie docelowym oraz odległości między pojazdami.

Uproszczeniem przyjętym w modelu będzie zmiana prędkości podczas przyspieszania co 1 w każdej sekundzie ruchu (7.5m/s), gdzie prędkość to liczba przebywanych komórek w sekundzie. W czasie hamowania zmiana prędkości może być większa bądź równa 1 – w rzeczywistości wartość przyspieszenia pojazdów maleje wraz ze wzrostem prędkości – w oryginalnym modelu Nagela-Schrackenbergera przyspieszenie mogło osiągać bardzo wysokie, niemożliwe wartości.

Prędkość maksymalna pojazdów w naszym modelu powinna uwzględniać wszelkie ograniczenia prędkości, prędkości pojazdów poprzedzających oraz każdą możliwą przeszkodę, np. zwężenie dróg oraz skrzyżowania. Zwalnianie pojazdu, czyli ich aktualną prędkość możemy opisywać jako funkcję odległości od przeszkody przed nim.

2.3 Modelowanie obwodnicy i skrzyżowań

Najprościej sieć dróg możemy modelować jako graf - najlepiej jako graf skierowany, gdzie poszczególne krawędzie to jednokierunkowe odcinki drogi, natomiast wierzchołki grafu to nic innego jak skrzyżowania.

Będziemy definiować tylko odpowiednie wejścia i wyjścia ze skrzyżowań – oznacza to, że nie będziemy modelować ruchu pojazdów na skrzyżowaniu.

Bibliografia

J.Wąs, R.Bieliński, B.Gajewski i P.Orzechowski. 2009. "Problematyka modelowania ruchu miejskiego z wykorzystaniem automatów komórkowych".

Wikipedia. 2019. "pl.wikipedia.org/wiki/Obwodnice_Krakowa".

Żochowska, R. 2014. "Modelowanie potoków ruchu w sieci miejskiej dla potrzeb analizy zakłóceń".