

# Symulacja ruchu drogowego na IV obwodnicy Krakowa

Szymon Gałuszka, Michał Worsowicz, Maciej Nalepa

7 kwietnia 2020

## 1 Wprowadzenie

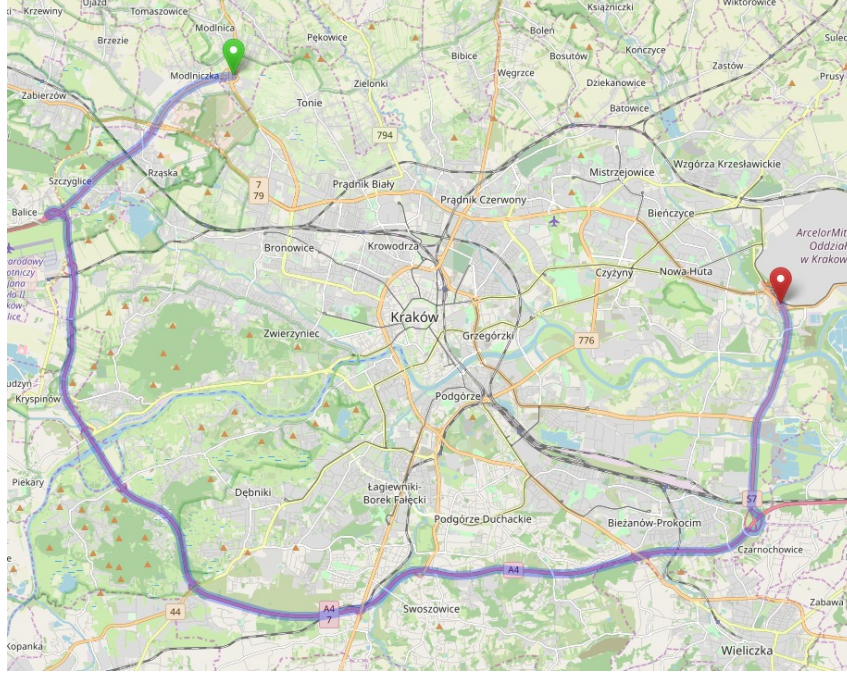
Symulacja ruchu pozwala znaleźć przyczyny utrudnienia ruchu, a tym samym poprawić jakość budowania dróg. Jest ona nierozłącznym narzędziem przy projektowaniu i planowaniu nowych tras i skrzyżowań. Dzięki symulacji można przewidzieć zachowanie pojazdów na przyszłych jezdniach; sprawdzić, czy poradzą sobie z oczekiwanym natężeniem ruchu oraz upewnić się, czy proponowane rozwiązanie nie wywoła kolejnych, nieprzewidzianych utrudnień.

W ostatnich latach, zarówno w Polsce jak i na świecie, nastąpił rozwój inteligentnych systemów kontroli ruchu ulicznego, które wykorzystują wiele rodzajów danych - zbieranych za pomocą odpowiednich czujników i systemów - aby w odpowiedni sposób zarządzać sygnalizacją świetlną na skrzyżowaniach i optymalizować przepływ ludzi podróżujących np. samochodem, rowerem lub pieszo.

Jednak historia symulacji ruchu ulicznego sięga wiele lat wcześniej. Pierwsze modele natężenia ruchu ulicznego pojawiły się już w latach pięćdziesiątych wraz z rosnącym dostępem do pierwszych komputerów. Rosnąca moc obliczeniowa pozwoliła w następnych latach opracowywać coraz bardziej skomplikowane i zaawansowane modele, które uwzględniały wiele zmiennych oraz różniły się od siebie założeniami i sposobami implementacji. Możemy je podzielić na dwa typy: mikro- i makroskopijne. Pierwszy rodzaj modeli symuluje pojedyncze jednostki, np. samochody, gdzie każda z nich jest reprezentowana przez swoje parametry, takie jak obecna prędkość lub pozycja. Drugi typ modeli - makroskopijny - uwzględnia natomiast zależności pomiędzy właściwościami natężenia ruchu takimi jak gęstość, przepustowość, średnia prędkość ruchu na drodze. Są tu integrowane mikroskopijne modele, ale w sposób, który przekształca charakterystyki z poziomu pojedynczych jednostek na porównywalne dla całego systemu. Aby w miarodajny sposób przeprowadzić symulację ruchu drogowego w danym terenie, będzie należało wybrać odpowiedni sposób na realizację rozwiązania problemu.

## 2 Definicja problemu

TODO: co trzeba zrobić, co symulujemy, co chcemy uzyskać



Rysunek 1: Obwodnica IV na mapie (2019) [3].

### 3 Propozycja rozwiązania

W celu rozwiązania zadanego problemu należy oprzeć badania na odpowiednim modelu, który to pozwoli nam zasymulować ruch drogowy. Bardzo dobrym przykładem takiego szablonu jest model Nagela-Schreckenberga, który to zdecydowaliśmy się wykozystać.

Model Nagela-Schreckenberga to teoretyczny model mikroskopowy o charakterze dyskretnym, w którym droga podzielona jest na komórki. Każda z komórek interpretowana jest na jeden z dwóch sposobów:

- fragment pustej drogi,
- fragment zawierający pojedynczy samochód

Każdy samochód  $n$  posiada swoją prędkość  $v(n)$  o wartości liczby naturalnej, nie większej od prędkości maksymalnej  $v_{max}$  (symbolizuje ona ograniczenie prędkości na drodze). Czas  $t$  w modelu Nagela-Schreckenberga przyjmuje wartość dyskretną o stałym kroku, gdzie każdy etap można podzielić na cztery następujące po sobie czynności:

1. Przyspieszanie:

Jeżeli  $v(n) < v_{max}$  to prędkość samochodu może ulec zwiększeniu o zadaną jednostkę, nie przekraczając prędkości maksymalnej.

2. Zwalnianie:

Jeżeli odległość  $d(n)$  samochodu  $n$  od samochodu znajdującego się przed nim jest mniejsza od prędkości  $v(n)$  tego samochodu to prędkość samochodu ulega zmniejszeniu. Jako że odległość mierzona jest w liczbie komórek, a prędkość w liczbie komórek na jednostkę czasu, to prędkość ostateczna może wynosić maksymalnie  $d(n)$  na jednostkę czasu, a minimalnie zero.

3. Losowość:

Czynność ta symbolizuje wszelkie przypadki losowe z jakimi kierowca może spotkać się na drodze. Dla każdego samochodu  $n$ , gdzie  $v(n) > 0$ , prędkość zostaje zmniejszona o jedną jednostkę, z pewnym zadanym prawdopodobieństwem  $p$ .

4. Ruch samochodu:

W ostatnim kroku każdy z samochodów zostaje przesunięty do przodu o odpowiednią ilość komórek, wynikającą z jego prędkości.

## Literatura

- [1] One Road, *Symulacje ruchu drogowego*, [oneroad.pl](http://oneroad.pl)
- [2] Wiki, *Kraków Obwodnica IV*, [wikipedia.org](http://wikipedia.org)
- [3] OpenStreet, *mapa*, [openstreetmap.org](http://openstreetmap.org)
- [4] Andreas Pell, *Trends in Real-time Traffic Simulation*, [sciencedirect.com](http://sciencedirect.com)
- [5] Wiki, *Traffic simulation*, [wikipedia.org](http://wikipedia.org)