

Symulacja ruchu drogowego na IV obwodnicy Krakowa

Szymon Gałuszka, Michał Worsowicz, Maciej Nalepa

7 kwietnia 2020

1 Wprowadzenie

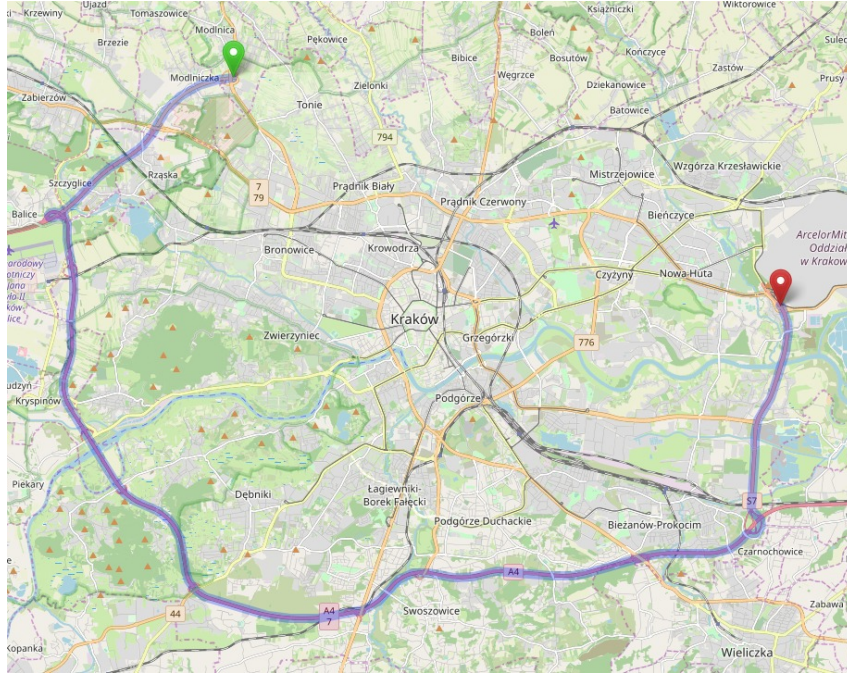
Symulacja ruchu pozwala znaleźć przyczyny utrudnienia ruchu, a tym samym poprawić jakość budowania dróg. Jest ona nierozłącznym narzędziem przy projektowaniu i planowaniu nowych tras i skrzyżowań. Dzięki symulacji można przewidzieć zachowanie pojazdów na przyszłych jezdniach; sprawdzić, czy poradzą sobie 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

Nasz cel to symulacja ruchu drogowego na IV obwodnicy Krakowa 2. Konieczna jest definicja tras oraz sposobu poruszania się po nich. Na obwodnicy nie ma sygnalizacji świetlnej, skrzyżowania znajdują się najczęściej pod wiaduktem i najpierw należy zjechać z drogi szybkiego ruchu. Trasa ma zróżnicowane ograniczenia prędkości oraz różną ilość pasów ruchu.



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

Ruch drogowy powinien uwzględniać pojazdy osobowe, ciężarowe i transport publiczny. Ciężkie pojazdy obowiązuja inne ograniczenia prędkości oraz zajmują więcej przestrzeni na jezdni. Napływ ruchu powinien odbywać się przez wjazdy na obwodnicę, które wpuszczają samochody z określoną częstotliwością, która może zależeć od pory dnia.

Koniecznym elementem jest symulacja zmiany pasa ruchu. Symulacja może obejmować wydarzenia losowe, takie jak:

- blokada pasa ruchu,
- zamknięcie zjazdu,
- nagłe hamowanie.

Można rozszerzyć mapę dla zakończonej obwodnicy, która aktualnie jest w planach.

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 wykorzystać.

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.

Implementacja zostanie wykonana w języku Python ze względu na łatwość obsługi i dużą dostępność modułów oraz rozszerzeń.

Literatura

- [1] One Road, *Symulacje ruchu drogowego*, oneroad.pl
- [2] Wiki, *Kraków Obwodnica IV*, wikipedia.org
- [3] OpenStreet, *mapa*, openstreetmap.org
- [4] K. Nagel, M. Schreckenberg, *Two lane traffic simulations using cellular automata*, arxiv.org
- [5] Andreas Pell, *Trends in Real-time Traffic Simulation*, sciencedirect.com
- [6] Wiki, *Traffic simulation*, wikipedia.org