

Symulacja ruchu pojazdów w skali dużego miasta

Utworzono: wtorek, 17, czerwiec 2014 08:58 Agnieszka Serbeńska



Paweł Gora – doktorant informatyki na Wydziale Matematyki, Informatyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego, dla potrzeb symulacji ruchu pojazdów w miastach opracował model TSF i implementujący go program Traffic Simulation Framework. Do zajęcia się miejskim ruchem zainspirował go wcześniejszy udział w studenckim projekcie w ramach konkursu „Imagine Cup 2008”. Wówczas pracując w zespole Warsaw Eagles tworzył projekt inteligentnej nawigacji GPS. - Potem ten projekt rozwijałem w kierunku symulacji ruchu, optymalizacji ruchu drogowego oraz jego predykcji – mówi Paweł Gora.

Modele ruchu i wykorzystywane w nich programy komputerowe różnią się poziomem szczegółowości symulatorów ruchu pojazdów i stworzonych modeli. Modele makroskopowe opisują ruch pojazdów przy pomocy wysokopoziomowych parametrów, takich jak natężenie ruchu, średnia prędkość czy gęstość ruchu. Modele mikroskopowe z kolei służą do modelowania ruchu pojedynczych samochodów. W tym przypadku, w zależności od poziomu szczegółowości, mogą być analizowane pojazdy rozróżnialne bądź nierozróżnialne. Analiza może być prowadzona również z uwzględnieniem profilu psychologicznego kierowcy. Natomiast modele mezoskopowe są pośrednim rodzajem. W nich nie modeluje się pojedynczych samochodów. Dynamikę ruchu opisuje się przez ewolucję pewnych grup pojazdów jeżdżących razem.

- Model TSF jest mikroskopowy, czyli każdy pojazd jest modelowany jako osobny obiekt. W moim modelu miejska sieć drogowa jest reprezentowana jako graf skierowany, a więc są pewne wierzchołki połączone krawędziami i te krawędzie odpowiadają segmentom drogi. Punkty, w których stykają się różne segmenty drogi,

Symulacja ruchu pojazdów w skali dużego miasta

Utworzono: wtorek, 17, czerwiec 2014 08:58 Agnieszka Serbeńska

różne krawędzie, odpowiadają miejscom, w których zmieniają się parametry modelowanej drogi, np. są tam skrzyżowania. Typy dróg są rozróżnialne między innymi ze względu na liczbę pasów i rozkład prędkości. Segmenty są podzielone na pasy, pasy są podzielone na komórki, tworząc automat komórkowy. W tym automacie ewolucja układu odbywa się w czasie dyskretnym; w każdej chwili ewolucji układu każda komórka może być pusta lub zajęta co najwyżej przez jeden pojazd. Stan komórki może być albo „null”, czyli nic w niej nie ma, albo stałą odpowiadającą chwilowej prędkości pojazdu, który zajmuje komórkę – wyjaśnia Paweł Gora.

Model TSF może na końcach krawędzi grafu uwzględniać sygnalizacje świetlne. Sygnalizacje w obrębie jednego skrzyżowania są domyślnie zsynchronizowane, aby zapewnić na skrzyżowaniu płynny, bezkolizyjny przejazd. W modelu jest uwzględniony pewien poziom rozróżnialności kierowców, to znaczy, że modelowany jest profil kierowcy odpowiadający maksymalnej prędkości, z którą chciałby jechać.

Jak natomiast odbywa się ewolucja całego układu, czyli jak modelowany jest ruch pojazdów? - W moim modelu jest to zrobione podobnie jak w istniejących już modelach opartych na automatach komórkowych. Szczególnie inspirowałem się dość znanym modelem Nagela-Schreckenberga, stworzonym przez dwóch niemieckich fizyków. W latach 90. ubiegłego wieku wymyślili oni model ruchu po prostym odcinku. Ja ten model rozszerzyłem tak, aby dało się symulować ruch w przypadku miejskim – mówi Paweł Gora. - Ponieważ rozważamy mapę całego miasta, więc w jakiś sposób należy wygenerować trasy. W wielu istniejących symulatorach wykorzystuje się do tego tzw. macierze podróży. U mnie jest to zrobione podobnie. Są więc rozkłady punktów startowych i końcowych określone na wierzchołkach grafu. Z tych rozkładów losowane są punkty początkowe i końcowe dla tras pojazdów – P. Gora kontynuuje opis modelu.

Model TSF został zaimplementowany w programie komputerowym, który Paweł Gora nazwał Traffic Simulation Framework. Program jest napisany w języku C#. Zawiera on zaawansowany graficzny interfejs użytkownika. Mapy w programie pochodzą z OpenStreetMap. Program jest w stanie w czasie rzeczywistym symulować ruch kilkuset tysięcy pojazdów. Obejmuje wiele parametrów symulacji, jak liczba pojazdów, zachowanie pojazdów przed skrzyżowaniem, przed światłami. - W trakcie symulacji można rejestrować kilka różnych typów danych z wybranych obszarów; można więc zaznaczać dowolne odcinki na mapie, z których zbierane są dane takie jak na przykład położenia i prędkości pojazdów, natężenie na odcinkach drogi, średnie prędkości na odcinkach drogi. Te dane można potem analizować – zaznacza P. Gora.

Jedno z ciekawszych zastosowań programu Traffic Simulation Framework miało miejsce przy okazji konkursu dotyczącego predykcji ruchu drogowego (IEEE ICDM Contest: TomTom Traffic Prediction for Intelligent GPS Navigation). Dane konkursowe pochodziły z kilku tysięcy godzin symulacji w programie TSF. Zadania konkursu dotyczyły predykcji natężeń ruchu, predykcji występowania korków i predykcji średnich prędkości.

Inne ciekawe zastosowanie związane było z optymalizacją ruchu drogowego przez sterowanie sygnalizacją świetlną. - W tym celu opracowałem algorytm genetyczny znajdujący suboptymalną konfigurację, a program TSF, czyli symulator, posłużył do oceny jakości danej konfiguracji, na przykład średniej prędkości, opóźnienia. Wnioski z dotychczasowych badań są takie, że udało się uzyskać pełną poprawę jakości ruchu o 2-4% w zależności od miar jakości, parametrów symulacji i parametrów algorytmu. Nie jest to znaczący wynik, ale już sugeruje, że badania warto kontynuować. Niestety, obliczenia trwają zbyt długo, ale prowadzę prace nad poprawą algorytmu, aby w przyszłości udało się go zaimplementować w rzeczywistych systemach – mówi Paweł Gora.

Kolejne zastosowanie to pozyskiwanie wiedzy dziedzinowej na temat ruchu pojazdów na skrzyżowaniu. Odbywa się to przez dialog ekspertów oceniających symulowany ruch z programem komputerowym TSF. - Pozyskana w ten sposób wiedza może posłużyć m.in. do lepszego zrozumienia zjawiska ruchu drogowego w mieście, czyli dynamik ruchu na skrzyżowaniach, a w przyszłości do konstrukcji algorytmów uczenia się złożonych, czasowo-przestrzennych pojęć dotyczących ruchu pojazdów w mieście (podejście machine learning). Dalekosiężnym celem jest nauczenie komputerów rozumienia ruchu drogowego, podobnie jak obecnie rozumie go człowiek – podkreśla Paweł Gora. - Dzięki temu komputery, mające większą moc obliczeniową od człowieka i lepiej radzące sobie z analizą dużych, złożonych danych, będą mogły efektywnie rozwiązywać problemy, z którymi dziś się borykamy, a których komputery jeszcze „nie rozumieją” - dodaje.

W zastosowaniach naukowych program może posłużyć testowaniu nowych modeli ruchu, testowaniu metod sterowania i optymalizacji ruchu, na przykład poprzez sterowanie światłami bądź proponowanie kierowcom alternatywnych tras. Może znaleźć zastosowanie w badaniach dynamiki ruchu w mieście, na przykład w analizie w jaki sposób propagują się zmiany natężenia ruchu w wyniku wypadku, zamknięcia odcinka drogi itp. Tego typu badania już prowadzi wiele ośrodków naukowych na świecie. Kolejne zastosowanie naukowe dotyczy wspomnianego automatycznego uczenia się złożonych pojęć dotyczących ruchu drogowego z danych sensorycznych (machine learning). Z programu TSF skorzystało już wielu naukowców na potrzeby własnych badań. Prace P. Gory na temat „urban traffic” były już cytowane ponad 30 razy przez naukowców z takich krajów jak Polska, Japonia, Niemcy, USA.

- Projekt, choć ma charakter naukowy, będę rozwijał w kierunku zastosowań przemysłowych, komercyjnych. Gdzie może być przydatny ten program? Między innymi w projektowaniu nowej generacji inteligentnych systemów zarządzania ruchem. Można też wykorzystywać dane „on-line” (położenia, prędkości i trasy pojazdów, np. z systemów nawigacji GPS) do prognozowania ruchu poprzez symulację komputerową – wymienia P. Gora. Program może być wsparciem inteligentnej nawigacji GPS, na przykład w proponowaniu optymalnych tras. Ponadto do wspomagania zarządzania flotami pojazdów (np. taksówki, transport publiczny), w konstrukcjach inteligentnych systemów parkingowych (np. dla pojazdów elektrycznych) czy w nawigacji pojazdów autonomicznych (np. Google self-driving

Symulacja ruchu pojazdów w skali dużego miasta

Utworzono: wtorek, 17, czerwiec 2014 08:58 Agnieszka Serbeńska

car). - Być może dzięki temu w przyszłości ruch drogowy będzie bezpieczniejszy, bezkolizyjny i efektywny – zaznacza P. Gora.

AS

Materiał przygotowany na podstawie referatu „Symulacja ruchu pojazdów w skali dużego miasta i jej zastosowania” prezentowanego przez Pawła Gorę z Uniwersytetu Warszawskiego podczas POLSKIEGO KONGRESU ITS (PKITS), który odbył się w dniach 28-29 maja 2014 roku w Warszawie.