

Wizja i Omówienie projektu inżynierskiego

AUTORZY: KACPER DŁUŻYK I DAMIAN MACHLAŃSKI
PROMOTOR: DR INŻ. K. MAŁECKI

Temat

Modułowy symulator systemów złożonych.

Cel pracy

Opracowanie niezależnego środowiska do symulacji układów złożonych ze szczególnym uwzględnieniem automatów komórkowych.

Problem inżynierski

Stworzenie aplikacji umożliwiającej przeprowadzenie symulacji dowolnego układu dróg, węzłów drogowych i skrzyżowań z dowolnymi parametrami. Modułowość środowiska pozwalałaby na dowolne podmienianie logiki działania automatów komórkowych, na których to całość aplikacji będzie oparta. Rozwiązanie to było by przydatne dla techników ruchu drogowego, którzy korzystając z aplikacji mogliby rozwiązywać problemy komunikacyjne na małych, krótkich odcinkach dróg a nawet w całych aglomeracjach miejskich.

Istniejące publikacje

Tytuł	Uogólniony grafowy automat komórkowy o zmiennej konfiguracji komórek i sąsiedztwach relacyjnych w modelowaniu układów naturalnych i sztucznych
Autor	Grzegorz Hołowinski i Krzysztof Małcki
Opis	W artykule zaproponowano automat komórkowy r-sdgCA, który pozwala na modelowanie układów o zmiennej w czasie liczbie obiektów i o zmiennych relacjach pomiędzy nimi. Jest to uogólnienie homogenicznych automatów komórkowych w celu lepszego odwzorowania procesów zachodzących w rzeczywistych układach naturalnych i sztucznych.
Czemu?	System tworzony przez nas także będzie opierał się na zmiennej w czasie liczbie obiektów (nowe samochody dojeżdżające do badanego układu dróg lub odjeżdżające z niego), dodatkowo samochody będą mieć różne cele finalne, więc w ich „zasięgu” znajdować będą się inne pojazdy – dlatego ważne jest by relacje były zmienne.

Tytuł	Graph-cellular automata: a generalised discrete urban and regional model
Autor	David O'Sullivan
Opis	Opisano tu nowy typ dynamicznego modelu – automaty grafowe (graph-CA). Autor udowadnia, że do teorii grafów można dodać teorię zwykłych automatów komórkowych, które pozwalają na lepszy opis obserwowanego systemu.
Czemu?	Automaty grafowe pozwalają na przełożenie widzianego przez ludzi świata do systemu komputerowego. W przypadku zwykłych automatów możemy tworzyć relacje tylko między komórkami sąsiadującymi, co w przypadku drogi jest wielkim problemem, gdyż kierowca zwraca także uwagę na inne pojazdy niż tylko te mu najbliższe (np. podczas hamowania lub wyprzedzania).

Tytuł	A cellular automation model for a bridge traffic bottleneck
--------------	---

Autor	Shifa Xiao, Lingjiang Kong i Muren Liu
Opis	W tym artykule opisane zostały automaty komórkowe by poradzić sobie z problemem „zatykania” się mostów, gdzie droga się zwęża. Pokazuje on, że istnieje kilka faz w średniej przepustowości, natężeniu ruchu i prędkości dla każdego pasa ruchu. Artykuł prezentuje niestabilność ruchu w sytuacjach tego typu.
Czemu?	W naszym symulatorze chcemy zaimplementować takie elementy jak mosty, łącznice, antyżatoki, progi zwalniające, roboty drogowe czy miejsca poboru opłat. Wszystkie te elementy powodują chwilowe spowolnienie ruchu i zmniejszają przepustowość. Konieczne jest badanie takich krytycznych punktów.

Tytuł	Świat widziany oczami Stephena Wolframa – A New Kind of Science
Autor	Mariusz Stefański
Opis	Artykuł przedstawia świat widziany oczami Stephena Wolframa, który jest oparty o proste systemy (takie jak właśnie automaty komórkowe). Występuje w nim stwierdzenie, iż te systemy pomimo swojej prostoty mogą łączyć się w ogromne systemy znajdujące swoje odniesienie w rzeczywistości.
Czemu?	W książce zostały przedstawione podstawowe zasady działania automatów komórkowych, zależności między nimi, przykłady wykorzystania oraz omówione oprogramowanie stworzone przez samego Wolframa.

Tytuł	Modele komórkowe ruchu drogowego
Autor	Mateusz Miracki i Andrzej Dworak
Opis	Artykuł porusza temat przewidywania stanu na drogach w odniesieniu do warunków aktualnych – oczywiście bazując na automatach komórkowych. Przedstawia opis podstawowych elementów automatów – różne rodzaje sąsiedztw, najpopularniejsze modele ruchu (model podstawowy, Nagela-Schreckenberga, Chowdhuryego-Schadschneidera), etc.
Czemu?	Jest to punkt początkowy pisania projektu – dzięki opisanym tam podstawowym zasadom sterowania ruchem drogowym w przypadku automatów komórkowych będziemy mogli zacząć tworzyć pracę.

Opis produktów konkurencyjnych

Tytuł	Dynamic traffic simulation
Opis	Jest to darmowy apłęt pozwalający na testowanie tylko i wyłącznie paru (5) z góry ustalonych scenariuszy, bez możliwości zmieniania większości opcji.
Strona internetowa	http://www.traffic-simulation.de/

Tytuł	MovSim
Opis	Na jego podstawie został zbudowany Dynamic Traffic Simulation, także nie ma on zbyt rozbudowanych opcji, pozwala jednak na tworzenie własnych siatek dróg (jednak bez tworzenia własnych elementów), jest dość zawity i nie wspiera „modułowości”. Nie jest on już rozwijany.

Strona internetowa	http://www.h2063376.stratoserver.net/movsim/
---------------------------	---

Tytuł	SUMO
Opis	Jest to jeden z najlepszych darmowych programów do symulacji ruchu drogowego, dość podobny do projektu tworzonego przez nas, jednak część wizualizująca wyniki i zbierająca statystyki jest w nim bardzo uboga. Pozwala tylko na testowanie gotowych (istniejących w świecie rzeczywistym) map, bez tworzenia własnych siatek dróg
Strona internetowa	http://sumo.sourceforge.net/

Tytuł	Traffs
Opis	Symulator, który część wizualizacyjną przeprowadza bardzo podobnie do naszego, nie działa on jednak na automatach komórkowych, a rozmiar tworzonych map jest bardzo ograniczony.
Strona internetowa	http://www.raczynski.com/pn/traffs.htm

Wizja systemu

Umiejscowienie systemu

W każdym większym mieście codziennie inżynierowie ruchu drogowego zastanawiają się, jakie rozwiązania zastosować i co zmienić, by polepszyć jakość użytkowników dróg miejskich. Pomagają w tym różnego rodzaju symulatory i narzędzia pomagające w modelowaniu „wirtualnego miasta”. Systemy takie są jednak z reguły dość zamknięte i drogie, a te darmowe zbyt ubogie by zasymulować nawet proste skrzyżowanie.

Powoduje to, że specjaliści niechętnie sięgają do tego typu rozwiązań. Nie ma odpowiednich dla nich ze-stawów narzędzi. Jest to duży problem, gdyż często nowe pomysły powstają na kartkach i mapach bez możliwości przetestowania jak wpłyną na komfort użytkownika końcowego (kierowców).

Definicja problemu

Problem polegający na	Braku odpowiedniego oprogramowania pozwalającego na symulowanie ruchu drogowego
Dotyczy	Specjalistów od ruchu drogowego, którzy pracują w większych i mniejszych ośrodkach aglomeracyjnych
Wpływa na	Sposób tworzenia siatek dróg i umieszczenia na nich infrastruktury drogowej
Pomyślnie rozwiązanie	Przyczyni się do zwiększenia komfortu i bezpieczeństwa na drodze

Tabela 1: Definicja problemu

Określenie pozycji produktu

Dla	Inżynierów ruchu drogowego (i hobbystów)
Którzy	Tworzą infrastrukturę drogową aglomeracji miejskiej.
Projekt	Będzie zintegrowanym systemem,
Który	Pozwala użytkownikowi końcowemu na dowolne symulowanie ruchu drogowego
W odróżnieniu od	Istniejących systemów (np. http://www.traffic-simulation.de/)
Nasz produkt	Będzie umożliwiał dołączanie własnych modułów (elementy infrastruktury drogowej), wymianę logiki sterującej, etc.

Tabela 2: Pozycja produktu

Opis użytkowników systemu

Rodzaj	Opis
Inżynier ruchu drogowego	W celu budowania optymalnych i wydajnych rozwiązań infrastruktury drogowej taki użytkownik może testować różne scenariusze i porównywać wyniki (obserwując symulację bądź wyciągając wnioski z raportów w postaci

	wykresów), zawierające informacje o natężeniu ruchu, przepływności, średniej prędkości na danych odcinkach etc.
Hobbysta	Taka osoba z systemem może robić dosłownie wszystko – od wymyślania własnych koncepcji miast, przez tworzenie komponentów dla siebie samego/społeczeństwa na hobbystycznym testowaniu działania istniejących miast kończąc

Tabela 3: Opis grup użytkowników

Ogólny opis produktu

Przeznaczenie

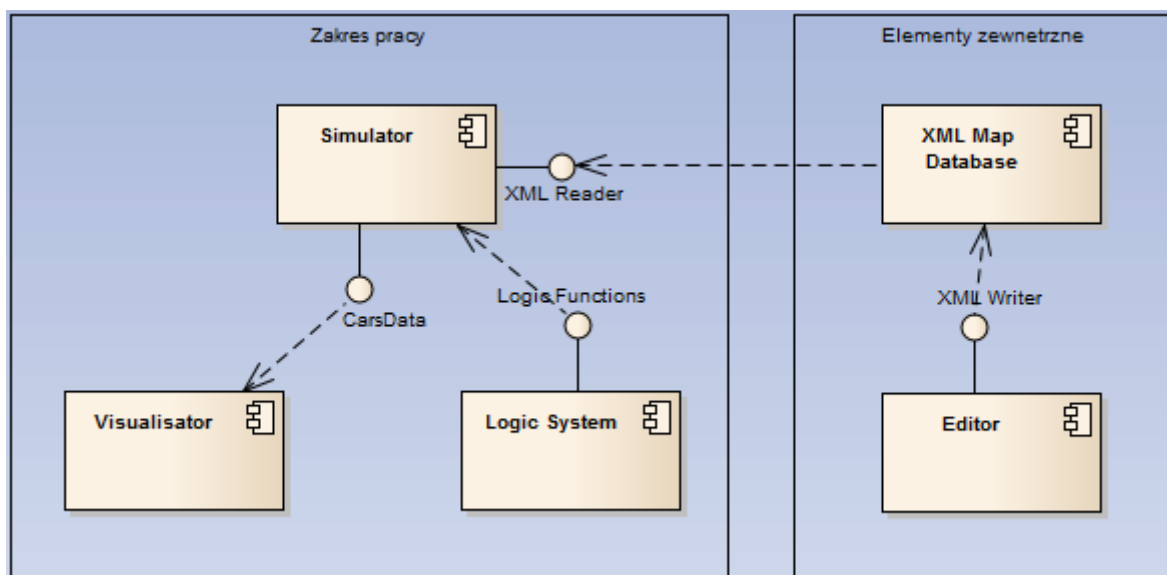
Przeznaczeniem naszego systemu jest pomoc hobbystom oraz specjalistom w dziedzinie inżynierii ruchu drogowego.

System umożliwiać będzie modelowanie i symulowanie ruchu na dowolnie ustalonych siatkach ulic z wykorzystaniem dynamicznie dołączanych modułów (np. nowe elementy infrastruktury drogowej – fotoradary, progi zwalniające, nowe rodzaje świateł drogowych (fotokomórki, etc.)). Dowolny użytkownik końcowy znający podstawy programowania w języku *LUA* będzie mógł tworzyć własne komponenty i reguły. Modułem będzie także sama logika, co ułatwi sprawdzanie różnych sposobów zachowania kierowców na drodze.

W ramach systemu świadczone będą także usługi zbierania statystyk oraz edytor pozwalający na budowanie siatek dróg.

Budowa systemu

System składać się będzie z wielu komponentów, które będą wymienne. Poniższy schemat prezentuje podstawowe zachodzące w nim zależności. Elementy w chmurach to dostarczane z zewnątrz wymienne komponenty. Te otoczone zielonym prostokątem to najważniejsza część systemu – tam będzie zachodziła wizualizacja, wczytywanie danych i ich zbieranie. Bardzo ważne są także *elementy statyczne (LUA)* – dają one logice sygnał do wykonywania odpowiednich czynności (hamowanie przy znakach, rozstrzyganie pierwszeństwa na skrzyżowaniach, etc.). Komponentem jest także pojazd na drodze a w skryptach opisane jego funkcje – jedź, hamuj, przyspieszaj, etc.



Wymagania funkcjonalne systemu

ID	Opis	Priorytet
REQ001	System wymaga komputera z systemem Windows NT+ / Linux i z frameworkiem .NET 4.5+ / Mono, z dostępem do myszy komputerowej z zainstalowanymi odpowiednimi plikami .dll (dostarczane z systemem) lub środowiskiem LUA.	Wysoki
REQ002	System pozwala na symulację ruchu drogowego na zadanej siatce dróg (XML) i wybranej logice sterującej (DLL).	Wysoki
REQ003	System umożliwia definiowanie własnej logiki sterującej w pliku DLL.	Wysoki
REQ004	System umożliwia tworzenie własnej mapy (siatki dróg).	Wysoki
REQ005	System pozwala na wizualizowanie obliczonej symulacji (w czasie rzeczywistym) w formie 2-D/3-D wraz ze sterowaniem widokiem.	Wysoki
REQ006	System umożliwia definiowanie własnych elementów infrastruktury drogowej (LUA + XML).	Średni
REQ007	Generowanie wykresów na podstawie zbieranych na bieżąco statystyk.	Średni
REQ008	System umożliwia sterowanie symulacją (pauza, start, szybkość).	Niski

Tabela 4: Wymagania systemu

Przypadki użycia

1. Zbadaj przepływ ruchu na Placu Kościuszki:

1. Użytkownik uruchamia program
2. Użytkownik naciska przycisk *ładuj mapę*
3. Aplikacja pokazuje okno umożliwiające wskazanie pliku mapy
4. Użytkownik wskazuje mapę do wczytania (plac_kosciuszki.test.xml)
5. Aplikacja ładuje i waliduje mapę XML wskazaną przez użytkownika
 1. Jeśli podany plik jest niepoprawny to wraca do kroku 3.
6. Użytkownik naciska przycisk *czerwonej pinezki* rozpoczynający zbieranie statystyk dla wskazanej komórki
7. Użytkownik wybiera komórkę skrzyżowania klikając na nią
8. Aplikacja uruchamia proces śledzenia zmian na wskazanych komórkach
9. Użytkownik naciska przycisk *start*
10. Aplikacja rozpoczyna proces symulacji i wizualizacji
11. Użytkownik obserwuje przebieg symulacji
12. Użytkownik by zatrzymać symulację naciska przycisk *stop*
13. Aplikacja zatrzymuje proces symulacji i wizualizacji
14. Użytkownik z menu aplikacji wybiera opcję *Statystyki dróg*
15. Aplikacja zebrane statystyki przedstawia w formie wykresów i tabel
16. Użytkownik przegląda statystyki prędkości i przepływu konkretnych pasów skrzyżowania
17. Użytkownik naciska przycisk *Wyjście*
18. Aplikacja wyłącza się