

WALERJAŃCZYK Waldemar, MACIEJEWSKI Michał

WERYFIKACJA MODELU MIKROSKOPOWEJ CAŁODOBOWEJ SYMULACJI RUCHU DROGOWEGO W AGLOMERACJI POZNAŃSKIEJ

Streszczenie

W artykule zaprezentowano problematykę budowy i kalibracji mikroskopowego modelu całodobowej symulacji ruchu drogowego dla aglomeracji poznańskiej z wykorzystaniem systemu MATSim. Wskazano najważniejsze wyzwania wynikające z podejścia do symulacji, pozyskiwania danych i weryfikacji poprawności działania systemu. Omówiono procedurę tworzenia sieci drogowej w oparciu o cyfrowe mapy projektu OpenStreetMap (OSM). Następnie scharakteryzowano zasadnicze etapy procesu modelowania i symulacji ruchu drogowego z wykorzystaniem wieloagentowego systemu MATSim. Przedstawiono też problematykę weryfikacji modelu wraz z opracowanymi algorytmami i narzędziami. W ostatniej części artykułu zaprezentowano i omówiono przykładowe zastosowanie opracowanych rozwiązań i efekty przeprowadzonych symulacji w systemie MATSim.

WSTĘP

Rosnące możliwości systemów komputerowych oraz stale rozwijające się metody i narzędzia, dzięki którym możliwe jest modelowanie przepływu ruchu pozwalają na realizację coraz rozleglejszych i dokładniejszych systemów symulacji przepływu ruchu. Przechodzenie ze skali makro do mikro niesie za sobą jednak szereg trudności, których rozwiązanie jest warunkiem koniecznym do budowy poprawnych modeli symulacyjnych. W niniejszej pracy zostały omówione podstawowe problemy z jakimi trzeba się liczyć na różnych etapach budowania i walidacji modelu. Całość problematyki zarysowana została na bazie aktualnego stanu prac i perspektyw rozwoju modelu mikroskopowej całodobowej symulacji ruchu drogowego dla aglomeracji poznańskiej.

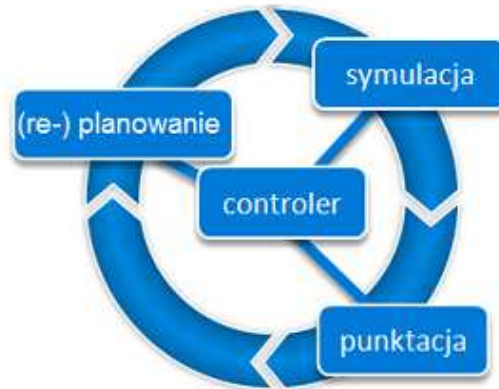
1. ZAŁOŻENIA CAŁODOBOWEJ MIKROSKOPOWEJ SYMULACJI RUCHU

Symulację mikroskopową zrealizowano w systemie MATSim [1,2,5], systemie wieloagentowej mikroskopowej symulacji transportu. System ten oparty jest na modelach aktywności syntetycznych mieszkańców nazywanych agentami (każdy agent posiada co najmniej jeden całodzienny plan swojej aktywności).

Idea symulacji w MATSim polega na iteracyjnym wykonywaniu następujących trzech podstawowych faz (Rys.1):

1. Planowanie (zgodnie z przyjętymi parametrami agenci modyfikują istniejące lub tworzą nowe plany swojej aktywności),

2. Symulacja (realizacja planów czyli tzw. ładowanie sieci; agenci wykonują krok po kroku założone plany),
3. Punktacja (agenci oceniają realizację swoich planów na podstawie zdarzeń zarejestrowanych podczas symulacji).



Rys. 1. Fazy symulacji w systemie MATSim.

Źródło: [5]

Każda iteracja algorytmu może być interpretowana jako jeden dzień. Dzięki iteracyjnemu powtarzaniu symulacji agenci uczą się na podstawie zdobytych doświadczeń i próbują poprawiać swoje plany. Przy dostatecznie dużej liczbie iteracji oraz odpowiednio dostrojonych parametrach systemu (w szczególności definiujących możliwości adaptacyjne agentów – możliwość zmiany marszrut czy czasów rozpoczęcia podróży), przebieg kolejnych symulacji stabilizuje się (osiągany jest tzw. stan relaksacji, odpowiednik stochastycznego stanu równowagi w systemie transportowym) [2,3].

Symulacja ruchu drogowego (faza 2) jest zrealizowana w oparciu o teorię kolejek, tj. ruch odbywa się w sieci, której odcinki zamodelowane są jako kolejki FIFO (ang. First In – First Out). Podczas symulacji agenci wykonują zaplanowane aktywności oraz podróżują w sieci pomiędzy miejscami odbywania kolejnych aktywności.

Faza oceny (faza 3) polega na ocenie realizacji planów na podstawie rejestru (tj. historii) zdarzeń mających miejsce w trakcie symulacji. Znając ocenę planu wykonywane jest następnie planowanie aktywności na kolejny dzień (dane dla fazy 1 w kolejnej iteracji).

W ramach aktualnych prac rozwojowych przyjęto uproszczenie polegające na tym, że wykorzystano 24 jednogodzinne macierze OD dla każdej z 9 motywacji (łącznie 216 macierzy), wyznaczone w ramach trzech pierwszych etapów podejścia czterostadiowego [2]. Uzyskane w ten sposób macierze OD zostały bezpośrednio przełożone na plany agentów – dokonano zatem uproszczenia, w którym 1 podróż z macierzy OD przyporządkowana jest 1 agentowi w systemie MATSim (utworzono zatem wyłącznie łańcuchy aktywności o długości 2). Momenty rozpoczęcia podróży przez agentów zostały równomiernie rozłożone w ramach całej godziny, aby zminimalizować efekt kongestii negatywnie wpływający na czasy symulacji w początkowych iteracjach (pozostające w sieci setki tysięcy pojazdów znacznie wydłużają symulację). Przy powyższych uproszczeniach można stwierdzić, że zastosowane podejście do symulacji z wykorzystaniem systemu MATSim jest odpowiednikiem iteracyjnego stochastycznego rozkładu ruchu w sieci, z tą zasadniczą różnicą, że w klasycznym podejściu do określenia czasu przejazdu wykorzystuje się funkcję oporu odcinka zależną od natężenia ruchu, natomiast w MATSim przeprowadzana jest kolejkowa symulacja przepływu ruchu, na podstawie której wyznacza się a posteriori czasy przejazdu.

2. MODEL SIECI DROGOWEJ

Jednym z ważniejszych elementów mikroskopowego modelu ruchu, nierzadko decydującym o powodzeniu całej implementacji, jest właściwa reprezentacja sieci drogowej. W zagadnieniu tym podejście typu „szerzej i szczegółowej” nie zawsze przekłada się na pożądany efekt końcowy. Szczegółową analizę tego zagadnienia przeprowadzono w ramach wcześniejszych prac [5].

Założenie dużej rozległości (aglomeracja poznańska) i szczegółowości modelu (podejście mikroskopowe) spowodowało konieczność opracowania metod automatycznej obróbki map cyfrowych w celu szybkiego i możliwie jak najbardziej precyzyjnego odwzorowania sieci drogowej. Szczegółowo problematykę generowania modelu sieci drogowej na podstawie map OSM (projekt OpenStreetMap) przedstawiono w pracy [5].

Niezależnie od źródła map cyfrowych celem ich stosowania jest możliwie jak najdokładniejsze wyznaczenie podstawowych charakterystyk odcinków, takich jak liczba pasów, długość, przepustowość i prędkość w ruchu swobodnym. Niestety zazwyczaj mapy cyfrowe nie posiadają pełnego zestawu informacji o każdym pojedynczym odcinku drogi, lub dane te są niekompletne lub błędne. Na potrzeby projektu zaimplementowano algorytm, który na podstawie wbudowanych zestawów reguł estymuje wartości brakujących atrybutów na podstawie wartości istniejących atrybutów, takich jak klasa drogi, jednokierunkowość itp. [5].

Kolejnym istotnym zadaniem badawczym jest problemem doboru szczegółowości sieci (najniższej reprezentowanej klasy dróg). Decyzja ta może być inna w zależności od obszaru modelu (obszary brzegowe zazwyczaj nie wymagają dużej szczegółowości). W przypadku modelowania układu drogowego dla aglomeracji poznańskiej zdecydowano się przeprowadzić badania symulacyjne, aby określić wpływ dokładności modelu sieci drogowej na wyniki symulacyjne [5]. Otrzymane wyniki wskazały, że uwzględnienie odcinków wszystkich klas od autostrady do drogi osiedlowej pozwala na uzyskanie odpowiedniej przepustowości sieci drogowej.

Ostatecznie na potrzeby prezentowanego modelu wykorzystano sieć przedstawioną na rysunku (Rys.2) składającą się z ponad 17000 węzłów i ponad 40000 odcinków.



Rys. 2. Przyjęty model sieci drogowej dla aglomeracji poznańskiej.

Źródło: [2]

3. ROZKŁAD MIEJSC AKTYWNOŚCI

Większa szczegółowość modelu sieci drogowego wymaga odejścia od tradycyjnego sposobu modelowania miejsc aktywności poprzez punkty centralne rejonów komunikacyjnych (centroidy). Zaproponowanie przez autorów podejście zakłada rezygnację z centroid i zastosowanie jednorodnego rozkładu miejsc aktywności (tj. początków i końców podróży) [2,3]. Niestety często mamy do czynienia z rozległymi i niejednorodnymi rejonami, kiedy to np. rejon oprócz zabudowy mieszkaniowej posiada także tereny zielone lub „punktowy” generator/absorber podróży w postaci szkoły czy sklepu wielkopowierzchniowego. Aby zwiększyć dokładność generacji miejsc aktywności wykorzystano dane GIS o zagospodarowaniu przestrzennym. Konkretny rodzaj aktywności pozwala ograniczyć obszar całego rejonu komunikacyjnego do tych podobszarów, w których dana aktywność może zostać wykonana (np. zakupy realizowane będą w sklepie, a nie w szkole).

W ramach prac nad modelem aglomeracji poznańskiej wyróżniono pięć podstawowych rodzajów zagospodarowania przestrzennego:

1. Zabudowa mieszkaniowa,
2. Zabudowa przemysłowa,
3. Lasy i tereny zielone,
4. Zabudowa usługowa,
5. Szkoły.

Następnie zdefiniowano reguły określające możliwość wykonywania czynności danego typu w podobszarze (rejonu komunikacyjnego) o określonym rodzaju zagospodarowania przestrzennego. Zaimplementowany algorytm rozkładu przestrzennego uwzględnia również przypadki niepełnej informacji o typie zagospodarowania w danym rejonie lub jej całkowitego braku.

Bardziej szczegółowy opis metody rozkładu miejsc aktywności oraz omówienie otrzymanych rezultatów można znaleźć w pracy [4].

4. WERYFIKACJA MODELU

Zagadnienie weryfikacji i kalibracja modelu to podstawowe zadanie w procesie budowy złożonego systemu symulacji ruchu drogowego. Od jego jakości zależeć będzie wartość generowanych w przyszłości wyników i prowadzonych analiz. Szczególnego znaczenia nabiera ono w przypadku modeli realizowanych w podejściu mikroskopowym. Brak właściwej walidacji skutkować będzie nie tylko błędnymi wynikami w ujęciu lokalnym, ale przede wszystkim nierzeczywistym przepływem strumieni ruchu w ujęciu globalnym (pojawianie się zatorów i ich propagacja na sąsiednie węzły i dzielnice w połączeniu z adaptacyjnymi zdolnościami agentów będą skutecznie „maskować” źródło problemów, a rozległość modelu poważnie utrudni wszelkie analizy).

Konieczne zatem jest stworzenie narzędzi i procedur, dzięki którym w sposób możliwie automatyczny można będzie realizować walidację i kalibrację modelu.

Do walidacji modelu wykorzystano 3 podstawowe mechanizmy:

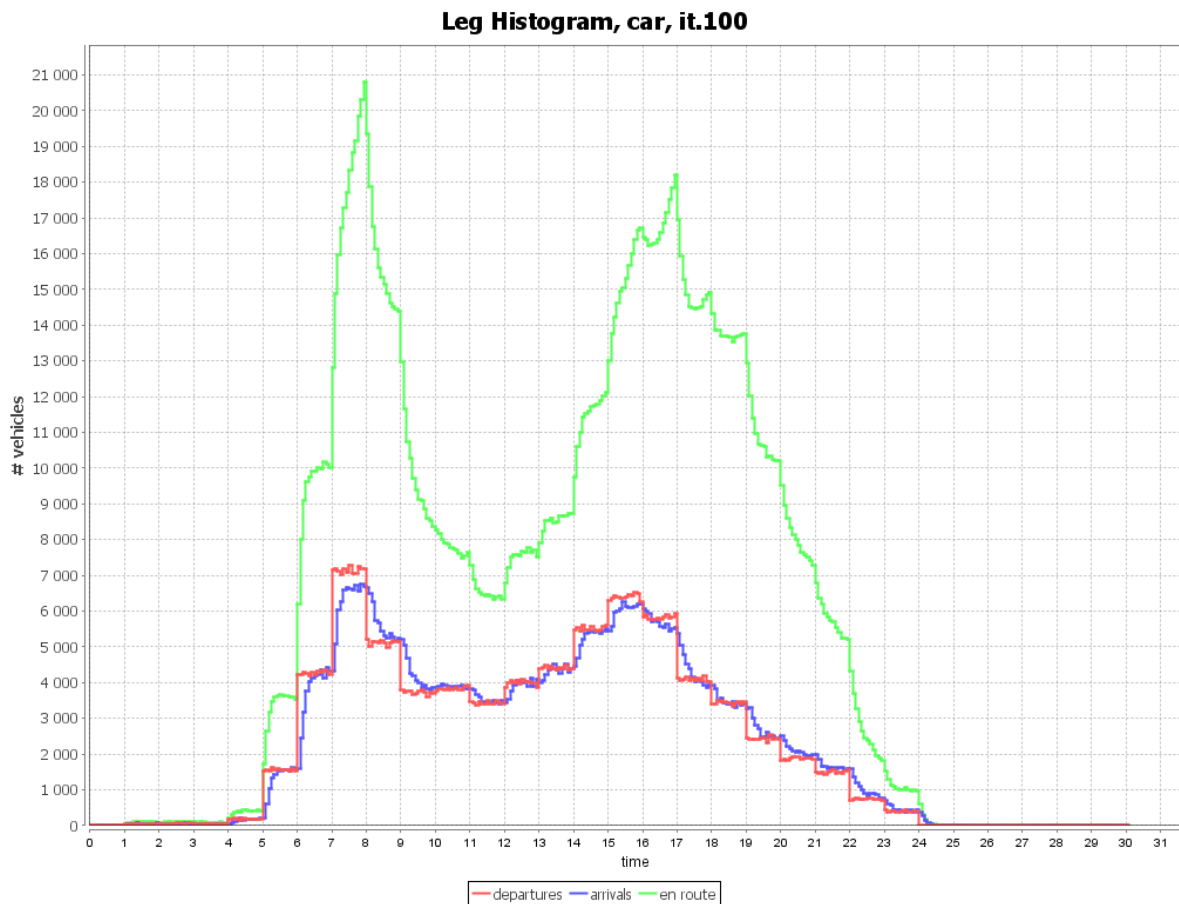
1. Agregację ogólnych wskaźników dla konkretnych kroków symulacji (takich jak średnie czasy przejazdu, prędkości, ilości pojazdów wpływających/ wychodzących/ znajdujących się w sieci, długości marszrut) oraz zestawienia parametrów w czasie (obserwowanie trendów i stabilności uzyskiwanych rozwiązań),
2. Wizualizację przepływu ruchu w oparciu o dedykowane oprogramowanie VIA firmy Senozon (jeden w projekcie produkt komercyjny) [7],
3. Weryfikację punktową w oparciu o informacje z systemów zliczających pojazdy (najczęściej inteligentną sygnalizację świetlną).

Każdy z mechanizmów pozwala walidować model pod innym kątem, przy czym żaden samodzielnie nie jest wystarczający do jego kompleksowej weryfikacji, ani tym bardziej kalibracji.

Pierwsze dwa mechanizmy są mechanizmami niejako „wbudowanymi” w system MATSim – konieczne jest zatem tylko właściwe ich użycie. Dodatkowo ze względu na otwartość projektu (open source) dostępne mechanizmy można dowolnie modyfikować i dostosowywać do własnych potrzeb.

Analiza zagregowanych wielkości pozwala na szybką (choć zgrubną) weryfikację modelu i obserwację „postępu” w kolejnych iteracjach. Przykładowe wykresy dla tej metody weryfikacji przedstawione są na kolejnych rysunkach.

Na (Rys.3) kolorem czerwonym oznaczone jest natężenie pojazdów wjeżdżających do sieci (Departures), kolorem niebieskim natężenie pojazdów opuszczających sieć (Arrivals), a kolor zielony określa całkowitą liczbę pojazdów w sieci (En route). Relacje pomiędzy przebiegiem tych krzywych pozwalają na wnioskowanie o procesie adaptacji agentów do istniejących warunków ruchu, a w konsekwencji na ocenę całego modelu.



Rys. 3. Liczba pojazdów w sieci drogowej dla przykładowej 100 iteracji algorytmu.

Źródło: opracowanie własne

Na rysunku (Rys.4) przedstawione są statystyki ocen realizacji planów agentów na przestrzeni całej symulacji (wykres jest aktualizowany w czasie symulacji - można go obserwować po każdej iteracji; tu przedstawiony jest stan po wykonaniu 120 iteracji algorytmu).

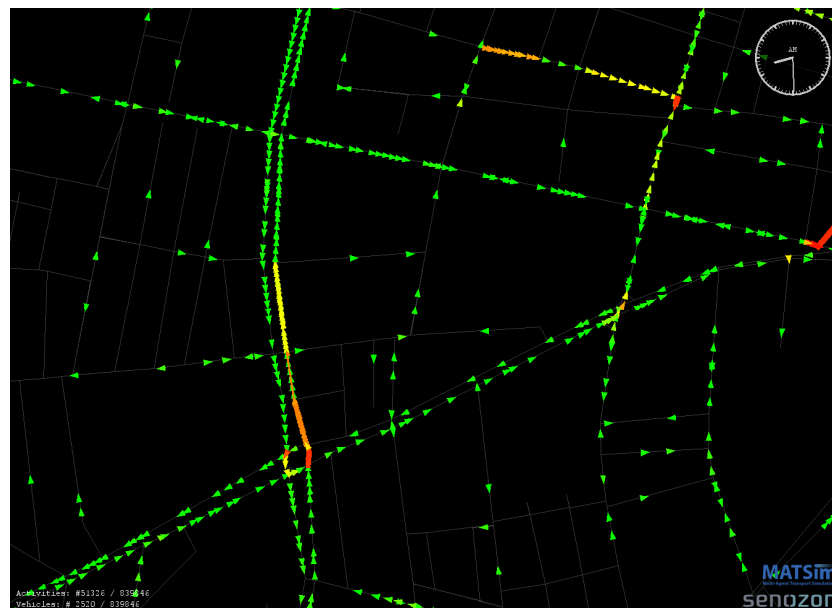
Wizualizacja przepływu ruchu jest mechanizmem pozwalającym na szybką wzrokową kontrolę rozkładu ruchu oraz wykrywanie miejsc będących potencjalnie punktami

„zapalnymi” modelu – podatnymi na generowanie kongestii. System wizualizacyjny pozwala naturalnie na skalowanie osi czasu, inspekcję atrybutów sieci, parametrów przepływu ruchu oraz planów agentów poruszających się w niej. Z całą pewnością pełni istotną rolę w procesie walidacji modelu – pozwala w sposób wzrokowy oceniać generowane wyniki (przy obecnej rozległości modelu szczegółowa analiza wartości liczbowych generowanych podczas symulacji byłaby niewykonalna). Przykładową sytuację w wybranym fragmencie sieci drogowej o godzinie 8:00 (klatkę animacji) przedstawiono na rysunku Rys.5.



Rys. 4. Statystyka ocen realizacji planów po 120 iteracjach algorytmu.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [6]



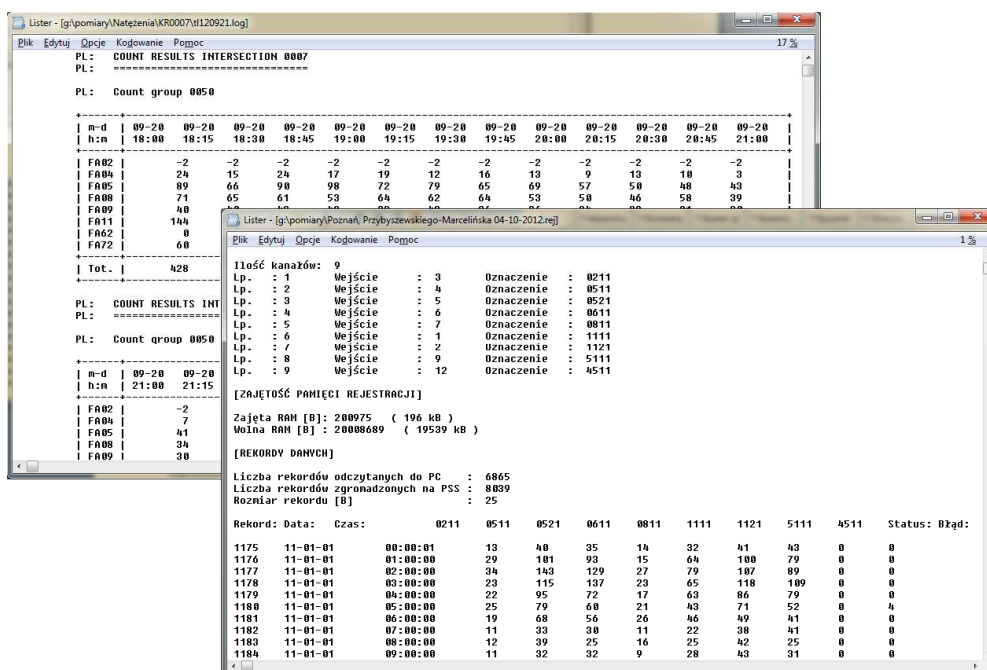
Rys. 5. Przykładowa wizualizacja przepływu ruchu dla iteracji 80 obrazująca stan z godz. 8:30 (widoczny tworzący się zator przy zjeździe z ronda z ul.Grunwaldzkiej w kierunku ul. Przybyszewskiego, oraz zablokowana ul. Zeylanda w Poznaniu – kolor czerwony).

Źródło: opracowanie własne na podstawie [7]

Przedstawione dotychczas mechanizmy weryfikacyjne nie pozwalają na szczegółową weryfikację zgodności modelu z rzeczywistością. Najważniejszym elementem tej weryfikacji jest weryfikacja punktowa w oparciu o informacje z systemów zliczających pojazdy.

To właśnie ten mechanizm pozwoli na ilościową ocenę zgodności modelu z rzeczywistymi danymi pobranymi z systemów inteligentnej sygnalizacji. Realizacja tej funkcjonalności wymagała opracowania odpowiednich procedur oraz narzędzi pozwalających na maksymalną automatyzację tego procesu przy zachowaniu wysokiego poziomu czułości na ew. błędy jakie mogą się pojawić na styku niehomogenicznych systemów.

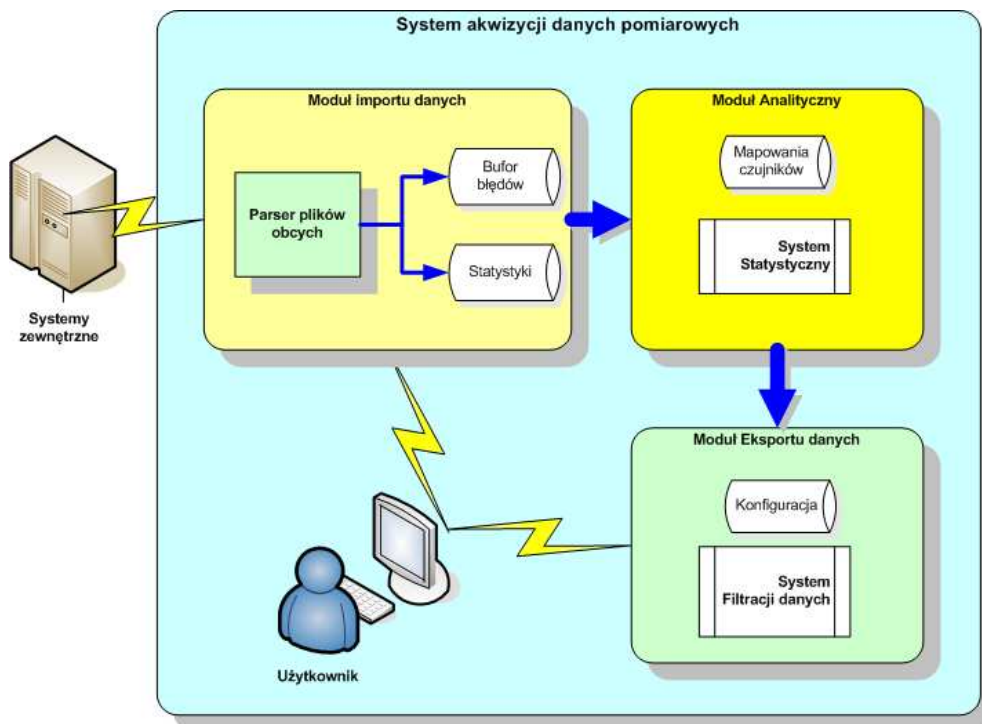
Pierwszym etapem prac było określenie możliwości pozyskania danych na potrzeby weryfikacji – dostępne rozwiązania są bardzo niespójne a generowane przez nie dane obciążone sporą stopą błędów (nawet ponad 5% danych statystycznych wykazywało anomalie). Różnice leżą nie tylko w formacie danych, ale sposobie ich organizacji, okresie próbkowania, sposobie identyfikacji czujników. Przykład różnorodności formatów danych wejściowych przedstawiono na rysunku (Rys.6)



Rys. 6. Postać danych wejściowych z różnych systemów zliczających
Źródło: opracowanie własne

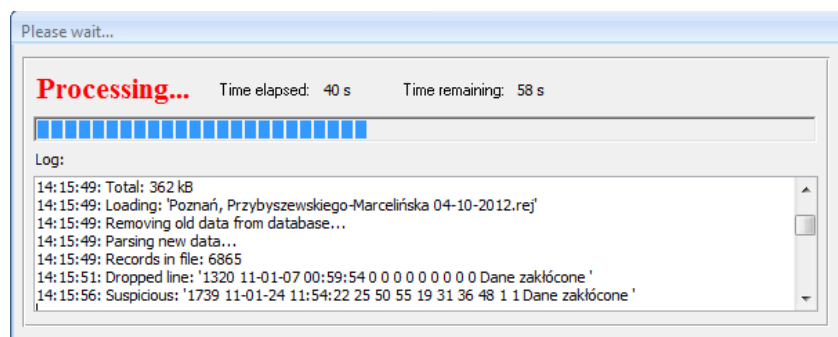
W celu rozwiązania problemu opracowano system akwizycji i agregacji danych z zewnętrznych systemów inteligentnej sygnalizacji dający możliwość eliminacji bądź informowania o napotkanych trudnościach. Ogólną strukturę tego systemu przedstawiono na schemacie (Rys.7).

Pierwszą funkcją przedstawionego systemu jest ładowanie danych z różnych systemów zliczających pojazdy poprzez dedykowane interfejsy importu danych. W trakcie realizacji tego procesu użytkownik jest informowany o wszelkich anomaliiach w przetwarzanych danych i może dokonywać ich ręcznej korekty (dane „podejrzane” ładowane są do specjalnego bufora weryfikacyjnego).



Rys. 7. Ogólna postać systemu akwizycji danych z czujników inteligentnej sygnalizacji
 Źródło: opracowanie własne

Przebieg przykładowego procesu ładowania danych wraz z komunikatami dla użytkownika przedstawiono na rysunku Rys.8:



Rys. 8. Interfejs ładowania danych z zewnętrznych systemów zliczających
 Źródło: opracowanie własne

W konsekwencji dane szczątkowe systemów zewnętrznych zapisywane są w wewnętrznej bazie danych, a następnie agregowane do postaci wymaganej przez użytkownika. Użytkownik decyduje o sposobie selekcji danych (czasowej i przestrzennej) i okresie agregacji. Ma również możliwość definiowania funkcji mapujących statystyki z poszczególnych czujników na odcinki sieci drogowej.

Użytkownik otrzymuje spore możliwości w zakresie indywidualnego dopasowania statystyk do aktualnych potrzeb weryfikacyjnych – najważniejszą funkcją systemu jest to, iż w miarę jego użytkowania powstaje coraz bogatsza baza powiązań pomiędzy sensorami a odcinkami co pozwala na uzyskiwanie coraz wyższego poziomu automatyzacji tej niesłychanie czasochłonnej fazy weryfikacji modelu symulacyjnego. Wygląd interfejsu z

danymi zagregowanymi dla przykładowego odcinka z modelu symulacyjnego przedstawia poniższy rysunek (Rys.9):

ID	Node_ID	Node_Name	Sensor_ID	Link_ID	Time_Start	Time_End	Interval	Day	Count	Info	SourceFile
11713486	19	Przybyszewskiego-Marceli	0211	6144	07-01-2011 07:00:00	07-01-2011 08:00:00	60	5	200		Poznań, Przybyszewski
11713487	19	Przybyszewskiego-Marceli	0511	30364	07-01-2011 07:00:00	07-01-2011 08:00:00	60	5	427		Poznań, Przybyszewski
11713488	19	Przybyszewskiego-Marceli	0521	30364	07-01-2011 07:00:00	07-01-2011 08:00:00	60	5	534		Poznań, Przybyszewski
11713489	19	Przybyszewskiego-Marceli	0611	30364	07-01-2011 07:00:00	07-01-2011 08:00:00	60	5	167		Poznań, Przybyszewski
11713490	19	Przybyszewskiego-Marceli	0811	39526	07-01-2011 07:00:00	07-01-2011 08:00:00	60	5	288		Poznań, Przybyszewski

Link_ID	Month	Day	Hour	Average count	Min Count	Max Count	Std Deviation	Record_Included	Time_Start	Time_End
6144	1	2	3	6,0	4	8	1,8	4	04-01-2011 03:00:00	25-01-2011 04:00:00
6144	1	2	4	30,3	27	33	2,5	4	04-01-2011 04:00:00	25-01-2011 05:00:00
6144	1	2	5	102,0	95	107	5,1	4	04-01-2011 05:00:00	25-01-2011 06:00:00
6144	1	2	6	240,8	218	270	21,7	4	04-01-2011 06:00:00	25-01-2011 07:00:00
6144	1	2	7	269,0	257	278	9,2	4	04-01-2011 07:00:00	25-01-2011 08:00:00
6144	1	2	8	210,8	198	217	9,0	4	04-01-2011 08:00:01	25-01-2011 09:00:00
6144	1	2	9	224,3	199	257	24,3	4	04-01-2011 09:00:01	25-01-2011 10:00:00
6144	1	2	10	262,5	236	287	20,9	4	04-01-2011 10:00:00	25-01-2011 11:00:00
6144	1	2	11	246,3	225	267	17,2	4	04-01-2011 11:00:02	25-01-2011 12:00:00
6144	1	2	12	274,3	226	308	34,6	4	04-01-2011 12:00:00	25-01-2011 13:00:00
6144	1	2	13	313,5	293	346	23,8	4	04-01-2011 13:00:00	25-01-2011 14:00:00
6144	1	2	14	313,5	304	328	10,5	4	04-01-2011 14:00:01	25-01-2011 15:00:01
6144	1	2	15	310,5	294	317	11,1	4	04-01-2011 15:00:01	25-01-2011 16:00:00
6144	1	2	16	328,0	325	336	5,4	4	04-01-2011 16:00:01	25-01-2011 17:00:00

Rys. 9. Dane zliczone dla przykładowego odcinka w modelu symulacyjnym
Źródło: opracowanie własne

Aktualny stan zaawansowania narzędzia pozwala na wrywkową kontrolę wybranych węzłów komunikacyjnych – największą jego bolączką jest brak możliwości automatycznego powiązania czujników z odcinkami w modelu. Powoduje to wrażliwość systemu na renumerację sieci drogowej co przy obecnym poziomie intensywności prac infrastrukturalnych może prowadzić do utraty aktualności opisu sieci drogowej (lub konieczności redefiniowania mapowań czujników na sieć drogową). Niestety przy obecnej zawartości informacyjnej zewnętrznych źródeł danych autorzy nie widzą możliwości rozwiązania tego problemu.

Dotychczasowe wykorzystanie systemu weryfikacji pozwoliło w znacznym stopniu udoskonalić istniejący model symulacyjny – w niektórych węzłach ujawniono znaczne odstępstwa rzeczywistych strumieni pojazdów w stosunku do symulowanego przepływu ruchu (symulacja wykazywała zazwyczaj zawyżony i to nawet do 200% strumień pojazdów). Analiza tych skrajnych przypadków prowadzi do wniosku, iż znacząca poprawa jakości może nastąpić wyłącznie na drodze urealnienia popytu, który w obecnej wersji nie jest w stanie w właściwy sposób oddawać zależności czasowych pomiędzy podróżami w sieci – konieczna jest rozbudowa systemu w kierunku modelowania pełnych łańcuchów aktywności.

PODSUMOWANIE

W artykule omówiono problematykę budowy i weryfikacji mikroskopowego wieloagentowego modelu na potrzeby całodobowej symulacji ruchu drogowego dla aglomeracji poznańskiej. Model ten przy dużej szczegółowości i rozległości (obejmuje obszar zamieszkały przez około 1 mln osób) wymaga ogromnej pracy zarówno w fazie jego budowy jak i właściwej weryfikacji niezbędnej w procesie kalibracji. Wymagało to zaprojektowania i

implementacji szeregu procedur automatyzujących prace, m.in. konwersji danych GIS z projektu OpenStreetMap, a także maksymalnego wspomaganie procesu weryfikacji wyników.

Uzyskane wyniki w pełni potwierdzają przydatność opracowanych algorytmów i narzędzi odkrywając jednocześnie nowe obszary badawcze i wyzwania projektowe.

Autorzy pragną zaznaczyć, że prezentowany symulacyjny model przepływu ruchu w aglomeracji poznańskiej jest w ciągłej rozbudowie. Prezentowane wyniki symulacji stanowią jeden z etapów prac mających na celu stworzenie wieloagentowej behawioralnej symulacji przepływu ruchu w systemie MATSim dla całej doby.

BIBLIOGRAFIA

1. Balmer M., Rieser M., Meister K., Charypar D., Lefebvre N., Nagel K., MATSim-T: *Architecture and Simulation Times*, w: A. L. C. Bazzan and F. Klügl (red.), *Multi-Agent Systems for Traffic and Transportation Engineering*, Hershey, 2008, s. 57-78.
2. Maciejewski M., Piątkowski B., Walerjańczyk W.: Od makroskopowego modelu popytu na podróż do całodobowej mikroskopowej symulacji przepływu ruchu, IX konferencja naukowo-techniczna Problemy komunikacyjne miast w warunkach zatłoczenia motoryzacyjnego, Poznań-Rosnówko, 19-21.06.2013r.
3. Piątkowski B., Maciejewski M., Walerjańczyk W.: *Mikroskopowa całodobowa symulacja ruchu drogowego w aglomeracji poznańskiej*, X Konferencja Naukowo-Techniczna Systemy Transportowe Teoria i Praktyka Katowice, 9-10 IX, 2013.
4. Piątkowski B., Maciejewski M.: *Zastosowanie danych GIS o zagospodarowaniu przestrzennym w mikroskopowej symulacji ruchu*, Międzynarodowa Konferencja Naukowa Transport XXI wieku, Ryn, 16-19 września, 2013.
5. Piątkowski B., Maciejewski M.: *Zastosowanie map OSM w budowie modelu sieci dla aglomeracji poznańskiej*. Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczypospolitej Polskiej, Kraków, 2(98)/2012, s. 163-177.
6. www.matsim.org (09.2013)
7. www.senozon.com (09.2013)

A 24-HOUR MICROSCOPIC TRAFFIC FLOW MODEL VERIFICATION ON THE EXAMPLE OF POZNAN AGGLOMERATION

Abstract

The article presents the issues of design and verification of a 24-hour microscopic simulation model for the Poznan agglomeration with the use of the MATSim system. Major challenges of an microscopic approach for simulation, data acquisition and validation of the system are shown.

Creation of road network based on digital mapping project OpenStreetMap (OSM) and essential steps in the process of modeling and simulation of traffic using multi-agent system MATSim is described. Next, problem of verification of the model with the developed tools and procedures is discussed. The last part of the paper contains examples of the developed solutions along with simulation results obtained in the MATSim.

Autorzy:

dr inż. **Waldemar Walerjańczyk** – Zakład Pojazdów Samochodowych i Transportu Drogowego, Politechnika Poznańska, waldemar.walerjanczyk@put.poznan.pl

dr inż. **Michał Maciejewski** – Zakład Pojazdów Samochodowych i Transportu Drogowego, Politechnika Poznańska, michal.maciejewski@put.poznan.pl