



# POLSKO-JAPOŃSKA AKADEMIA TECHNIK KOMPUTEROWYCH

Warszawa, 11.04.2016

Dr hab. Adam Wierzbicki  
Profesor Polsko-Japońskiej Wyższej Szkoły  
Technik Komputerowych

## OPINIA O ROZPRAWIE DOKTORSKIEJ

MGR INŻ. PIOTRA BŁASZCZYKA

### “METODY MODELOWANIA ZACHOWAŃ KIEROWCÓW W WARUNKACH MIEJSKICH NA POTRZEBY SYMULACJI RUCHU POJAZDÓW W MIKROSKALI”

1. **Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny)?**

Rozprawa dotyczy problemu modelowania oraz symulacji zachowań kierowców oraz ruchu pojazdów. Problemy badawcze poruszane w rozprawie to:

- Modelowanie zachowań kierowcy
- Eksperymentalne badania zachowań kierowcy i ruchu pojazdu w celu pozyskania danych do parametryzacji modelu zachowań kierowcy
- Modelowanie środowiska dla ruchu pojazdów
- Zaprojektowanie symulatora kierowców, pojazdów i środowiska, umożliwiającego symulację ruchu drogowego, oraz eksperymentalna walidacja tego symulatora
- Weryfikacja hipotezy, że wybór pasów przez kierowców o różnych profilach („agresywnych” i „spokojnych”) będzie miał wpływ na wydajność ruchu drogowego

Rozprawa ma charakter empiryczny oraz przedstawia modele symulacyjne, mające zastosowanie w projektowaniu oraz walidacji rozwiązań dla planowania ruchu pojazdów.

Zagadnienia naukowe rozpatrywane w pracy zostały jasno sformułowane przez autora.

ポ  
ー  
ラ  
ン  
ド  
日  
本  
情  
報  
工  
科  
大  
学



# POLSKO-JAPOŃSKA AKADEMIA TECHNIK KOMPUTEROWYCH

ポ  
ー  
ラ  
ン  
ド  
日  
本  
情  
報  
工  
科  
大  
学

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł (w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle) świadczący o dostatecznej wiedzy autora? Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący?

Rozprawa zawiera bibliografię o 96 pozycjach, która skupia się przede wszystkim na literaturze światowej z dziedziny. Stan wiedzy omawiany jest w oddzielnym rozdziale (Rozdział 2: „Wprowadzenie w zagadnienie i istniejące rozwiązania”). Jest to dobry przegląd literatury, który dobrze organizuje aktualną wiedzę. Jednym z wniosków czynionych autora jest obserwacja, że aktualne modele kierowców są znacznie uproszczone i skupiają się na danych uśrednionych, co nie pozwala na dostatecznie dokładne modelowanie. Stąd skupienie autora na modelach indywidualnych zachowań kierowców.

Choć autor sformułował niektóre wnioski dotyczące literatury, brak jest w rozprawie bardziej szczegółowego omówienia najważniejszych osiągnięć badawczych pracy oraz ich porównania z literaturą. W moim odczuciu, takie porównanie umożliwia lepszą ocenę innowacyjnego wkładu rozprawy w literaturę światową niż tradycyjne sformułowanie „tezy” rozprawy.

3. Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?

Autor zastosował metodę modelowania, badań eksperymentalnych oraz symulacji komputerowych. Jest to nowoczesna i właściwa metoda dla tego typu badań. Należy podkreślić, że autor nie tylko opracował model, ale następnie przeprowadził złożone eksperymenty mające na celu pozyskanie danych empirycznych do parametryzacji modelu. W tym celu, mgr Błaszczuk zaprojektował złożoną platformę eksperymentalną, polegającą na wyposażeniu samochodu w urządzenia pomiarowe rejestrujące ruch pojazdu oraz zachowania kierowcy istotne z punktu widzenia modelu.

W oparciu o modele ruchu, zachowań kierowcy i środowiska, autor opracował własny symulator ruchu pojazdów. Następnie poddał ten symulator częściowej walidacji, polegającej na porównaniu predykcji uzyskanych z symulatora z wynikami pomiarów. Takie podejście jest polecane w metodologii symulacji jako najbardziej właściwe. Choć walidacja modelu była tylko częściowa (dotyczyła w zasadzie tylko manewru przyśpieszania i hamowania na prostej, z pominięciem ruchu po łuku, manewrów skręcania itd.), to dzięki niej proponowany model symulacyjny można uznać za bardziej wiarygodny niż wiele innych modeli opisywanych w literaturze.



# POLSKO-JAPOŃSKA AKADEMIA TECHNIK KOMPUTEROWYCH

ポ  
ー  
ラ  
ン  
ド  
日  
本  
情  
報  
工  
科  
大  
学

4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

Najważniejszym oryginalnym osiągnięciem autora jest udoskonalenie modelu kierowcy, polegające na uwzględnieniu indywidualnych charakterystyk (dotyczących manewrów przyspieszania i hamowania). Według autora, inne podejścia cechują się zbyt małą dokładnością, operują bowiem wyłącznie cechami średnimi lub zagregowanymi (na przykład za pomocą sieci neuronowych lub logiki rozmytej). Istotne jest także, że model autora opiera się na realnych danych pozyskiwanych z pomiarów, co znacznie zwiększa jego realizm.

Zaproponowany model autora może być stosowany zarówno w systemach ActiveSafety sterujących ruchem pojazdu, jak i w systemach zarządzania ruchem.

Kolejnym osiągnięciem jest symulacyjny model ruchu pojazdu, obejmujący zarówno model kierowcy, jak i pojazdu oraz środowiska. Model symulacyjny w innowacyjny sposób łączy model kierowcy z modelem dynamiki ruchu brył sztywnych. Taki model umożliwi dokładniejsze modelowanie ruchu, np. pozycji pojazdu lub kolizji. Symulacyjny model został poddany procedurze walidacji poprzez eksperymenty. Zgodność przewidywań modelu z danymi pomiarowymi (w zakresie przyspieszania i hamowania) jest wysoka. Uważam, że rozwój modelu o nowe elementy, takie jak np. ruch po łuku oraz nowe charakterystyki (np. prędkości, z jakimi kierowca wchodzi w zakręt w zależności od jego promienia) byłby bardzo ciekawym kierunkiem dalszych badań. Symulacyjny model ruchu pojazdu, który przeszedłby procedurę empirycznej walidacji, byłby ważnym osiągnięciem pod względem zarówno teoretycznym, jak i praktycznym.

Kolejnym innowacyjnym osiągnięciem jest udoskonalona metoda modelowania środowiska ruchu pojazdu. Innowacją w stosunku do istniejących "publicznych" rozwiązań jest reprezentacja wszystkich (według założeń projektu) cech niezbędnych dla sterowania pojazdami oraz ruchem. Istniejące podejścia są zbyt uproszczone i nie spełniające oczekiwań przyjętych w pracy, zostały bowiem stworzone głównie na potrzeby reprezentacji map, wyznaczania tras etc. Brak relacji pomiędzy segmentami dróg (np. czy można zmienić pas), nie posiadają relacji obowiązywania światła drogowych dla poszczególnych pasów. W niektórych referencjach powyżej brak jest także elementów infrastruktury: krawężniki, pasy zieleni, obszary wykluczone z ruchu, itd.

5. Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienie uzyskanych przez siebie wyników (zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy)?

Praca jest dobrze zredagowana i jasno napisana. Jej największą wadą redakcyjną jest użycie tradycyjnej „tezy” zamiast jasnego opisu najważniejszych osiągnięć wraz z uzasadnieniem ich innowacyjności poprzez odwołania do literatury światowej. W celu

publikacji wyników opisanych w pracy w dobrych czasopismach, autor musi sporządzić tego typu opis innowacyjnych osiągnięć.

## 6. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?

Opis modelu kierowcy w rozprawie (rozdział 5.3) pozostawia wiele pytań. Nie jest jasne, jakie parametry występują w modelu i jak są estymowane. Pod koniec rozdziału jest opis niektórych parametrów, ale nie wiadomo, czy to wszystkie? Nie wiadomo, czy model jest deterministyczny, czy stochastyczny? Następuje stwierdzenie, że użyte są średnie parametrów w celu „pominięcia różnych zachowań tego samego kierowcy w kolejnych powtórzeniach eksperymentów”. Jednak czy to jest uzasadnione? Czy zostały zbadane przedziały ufności? Jak duża była próba pomiarów parametrów?

Model nie obejmuje wielu istotnych charakterystyk i parametrów, np. parametrów opisujących zachowania kierowcy na zakrętach. Obejmowałyby to kierunkowskazy, promienie skrętów, prędkość wejścia w zakręt w zależności od jego promienia, czy na zakręcie następuje hamowanie itd.

Wreszcie, w moim odczuciu opisane prace badawcze oraz symulacje nie wykorzystują w pełni potencjału wyników rozprawy. Opisana symulacja segregacji kierowców na różne pasy ruchu w zależności od ich profilu jest dość interesująca. Pokazuje także ograniczenia modelu: model nie obejmuje zachowań kierowców umożliwiających spontaniczną „segregację”, np. ustępowanie szybko zbliżającemu się z tyłu pojazdowi poprzez zmianę pasa ruchu.

Możliwe jest także podjęcie badań nad innymi profilami kierowców. Bardzo interesującym przykładem mogłoby tu stanowić kierowcy starsi (65+). Budowa empirycznego profilu takich kierowców umożliwiłaby np. przeprowadzenie symulacji, która porównywałaby ruch drogowy dziś i za 20 kilka lat, kiedy to zmieniłaby się znacznie demografia kierowców (przewaga kierowców starszych). W celu przeprowadzenia takich badań, konieczny jest jednak udział dostatecznie licznej grupy osób starszych. Z doświadczeń opisywanych w literaturze wynika, że osoby starsze jako grupa cechują się dużą wariancją cech indywidualnych.

## 7. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?

Przydatność rozprawy dla nauk technicznych oceniam bardzo wysoko. Jest to niewątpliwie praca wnosząca istotny wkład w dziedzinę automatycznego sterowania pojazdami oraz ruchem, a także modelowanie symulacyjne.

## WNIOSKI

Podsumowując stwierdzam, że **rozprawa spełnia wymagania stawiające rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy.**

