

Warszawa, dn. 05.05.2018 r.

dr hab. inż. Ilona Jacyna-Gołda
Politechnika Warszawska
Wydział Inżynierii Produkcji
Instytut Organizacji Systemów Produkcyjnych

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Mariusza Winiarskiego
pt.: „Metoda wyznaczania drogi dla przejazdu pojazdu uprzywilejowanego”

1. Uwagi wstępne

Recenzja rozprawy wykonana na zlecenie Pana Prorektora ds. Rozwoju Kadry i Współpracy z Zagranicą Uniwersytetu Techniczno-Humanistycznego im. K. Pułaskiego w Radomiu prof. dr hab. Sławomira Bukowskiego – pismo z dnia 10.04.2018 r., do którego dołączono egzemplarz rozprawy doktorskiej i komplet dokumentów.

Recenzowana praca będąca przedmiotem rozprawy dotyczy problematyki wyznaczania drogi dla przejazdu pojazdu uprzywilejowanego. Przedstawiona do recenzji praca obejmuje:

- 146 stron wydruku komputerowego formatu A4, w tym 122 strony tekstu zasadniczego i 11 stron bibliografii, spisu rysunków i tabel oraz załączników,
- 45 rysunków, w tekście zasadniczym oraz podpisanych,
- 9 tabel w tekście zasadniczym, które są ponumerowane i opisane,
- bibliografię liczącą 152 pozycje krajowych i zagranicznych w tym: 6 współautorskich pozycji Autora rozprawy.

Promotorem rozprawy doktorskiej jest dr hab. inż. Marcin Chrzan, prof. UTH a promotorem pomocniczym jest dr inż. Waldemar Nowakowski.

2. Ocena doboru tematu rozprawy

Tematyka Rozprawy doktorskiej mgr inż. Mariusza Winiarskiego koncentruje się na zastosowaniu techniki satelitarnej do lokalizacji pojazdów uprzywilejowanych, dla potrzeb wyznaczenia dla nich tzw. „zielonej linii” na poszczególnych skrzyżowaniach sterowanych sygnalizacją świetlną miejskiej sieci transportowej. Problematyka dotycząca monitorowania i analizy funkcjonowania miejskiej sieci transportowej, a w szczególności związana z wyznaczaniem „zielonej linii” dla przejazdu pojazdu uprzywilejowanego przez szereg skrzyżowań z sygnalizacją świetlną jest bardzo aktualna i ma ogromne znaczenie z punktu widzenia niesienia

SEKRETARIAT WT i E

Wpłynęło dnia

L.dz.

17 V 18 v 1
18 V

pomocy w ratownictwie, bowiem umożliwia skrócenie czasu dojazdu służbom ratowniczym do osób oczekujących na pomoc

Podjęta przez mgr inż. Mariusza Winiarskiego tematyka rozprawy nie tylko znakomicie wpisuje się w potrzeby aktualnych badań ale ma duże znaczenie zarówno pod względem naukowym jak i użytecznym. Aspekt naukowy to przede wszystkim opracowanie metody wyznaczania „zielonej linii” dla przejazdu pojazdu uprzywilejowanego przez szereg skrzyżowań z sygnalizacją świetlną, sterowanych przez Inteligentny System Transportowy na podstawie sygnału uzyskiwanego z GPS. Natomiast aspekt użyteczny to implementacja i weryfikacja opracowanej metody na rzeczywistym przykładzie.

Tym samym uważam, że podjęty przez mgr inż. Mariusza Winiarskiego problem badawczy w rozprawie jest jak najbardziej uzasadniony, a samo sformułowanie tematu rozprawy za właściwe.

3. Kryteria oceny rozprawy

Mając na uwadze wymagania Ustawy z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym (z późniejszymi zmianami), przy ocenie rozprawy doktorskiej mgr inż. Mariusza Winiarskiego przyjąłem następujące kryteria: znaczenie i oryginalność podjętej tematyki, stopień rozeznania Doktoranta w badanej tematyce, poprawność sformułowania celów i hipotez badawczych, zasadność zastosowania metodyki badań, spójność struktury rozprawy, jej stronę warsztatową oraz współautorskie publikacje.

4. Analiza zakresu, celu i treści rozprawy

Ogółem rozprawa zawiera 7 rozdziałów, przy czym jej zasadnicza treść zawarta jest w rozdziałach 5÷7. Wprowadzenie do rozprawy, znumerowane jako rozdział 1 zawiera przesłanki podjęcia tematyki badań, a także przyjęte założenia.

Treść kolejnych rozdziałów powiązana jest z tytułem rozprawy oraz odpowiada sformułowanemu w *rozdziale 1* celowi rozprawy, który Doktorant zdefiniował jako *cyt. opracowanie i weryfikacja metody wyznaczania „zielonej linii” dla przejazdu pojazdu uprzywilejowanego przez szereg skrzyżowań z sygnalizacją świetlną, sterowanych przez Inteligentny System Transportowy na podstawie sygnału uzyskiwanego z GPS oraz jej przetestowanie w strukturze sieci drogowej wraz z określeniem złożoności czasowej opracowanej metody.*

Rozdział 1, Wprowadzenie (15 str.) stanowi wstęp do problemu badawczego rozprawy. Doktorant w sposób zwięzły dokonał przeglądu aktualnego stanu wiedzy w literaturze krajowej i zagranicznej w zakresie sterowania ruchem drogowym. Na tej podstawie zidentyfikował problemy związane z tą tematyką, co pozwoliło na sformułowanie celu i tezy rozprawy, które zawarł w oddzielnych podrozdziałach. W ostatnim podrozdziale rozdziału w (podrozdział 1.7) mgr inż. Mariusz Winiarski przedstawił skrócony opis zakresu rozprawy. Ponieważ zarówno w tym rozdziale jak i kolejnych przy analizie literaturę, prace wieloautorskie Autor rozprawy dzieli na pojedynczych Autorów, traktując je jako autorskie, to powstaje pytanie: czym się zostało to podyktowane?

W **Rozdziale 2** mgr inż. Mariusz Winiarski dokonał analizy i porównania Obszarowych Systemów Sterowania Ruchem, które w swojej strukturze działania umożliwiają pojawienie się stanu nadrzędności sygnału umożliwiającego sformułowanie „zielonej linii” dla przejeżdżającego pojazdu uprzywilejowanego. Doktorant opisał cel stosowania sygnalizacji świetlnych, przedstawił ich rodzaje oraz systemy wykorzystywane do sterowania ruchem drogowym. Wyjaśnił cele i efekty stosowania priorytetów w ruchu dla środków komunikacji zbiorowej, opisał Systemy Sterowania Ruchem odpowiadające za nadzór oraz sterowanie pracą poszczególnych skrzyżowań w większych polskich miastach. Ważną częścią tego rozdziału jest analiza właściwości wybranych algorytmów wykorzystywanych do sterowania pracą sygnalizacji świetlnych, takich jak: Most Cars, Local Hill – Climbing, TC 1 – Bucket 2.0 czy GenNeural. Pozwoliło to Autorowi rozprawy na opracowanie własnego algorytmu do rozwiązania problemu badawczego rozprawy, który został oparty na algorytmie Most Cars.

W rozdziale tym autor dokonał również analizy rozłożenia ruchu na sieć, w tym zwięzłą charakterystykę statycznych i dynamicznych metod rozkładu ruchu. Ponieważ Doktorant używa pojęć „rozmieszczenia popytu” i „rozkładu ruchu” to proszę o szerszy komentarz do definicji tych terminów?

Rozdział 3 to analiza systemu GPS w kontekście wyznaczania bieżącej pozycji pojazdu uprzywilejowanego. Doktorant przedstawił sposób wyznaczania pozycji pojazdu w systemie GPS, wyjaśnił pozycjonowanie pojazdu uprzywilejowanego przemieszczającego się w aglomeracji miejskiej w sieci transportowej wyposażonej w Inteligentne Systemy Transportowe. Ważnym elementem tej części rozprawy jest, przeprowadzona przez mgra inż. Mariusza Winiarskiego analiza błędów systemu

GPS, które wpływają na dokładność określania położenia odbiornika. Doktorant poddał analizie m.in. takie błędy jak:

- błąd jonosferyczny,
- błąd troposferyczny,
- szumy własne odbiornika,
- błąd wielotorowości oraz brak informacji nawigacyjnej,
- efekty relatywistyczne,
- błędy orbit satelitów,
- błędy zegara satelity,
- błędy wzajemnego ustawienia satelitów (rozmycia pozycji DOP),
- błędy przy projektowaniu systemu.

Powstaje pytanie, który z tych błędów ma największe znaczenie w dokładności ustalenia pozycji pojazdu uprzywilejowanego, tj. utrudnia właściwe pozycjonowanie tego typu pojazdów?.

Rozdział 4 dotyczy przeglądu wykorzystywanych w Polsce do sterowania skrzyżowaniami sterowników PLC. Doktorant dokonał analizy procentowego wykorzystania różnych marek sterowników PLC do sterowania pracą sygnalizacji świetlnej stosowanych na terenie Polski. Przedstawił sposób programowania sterownika S7-1200. Ponadto opisał system TIA Portal jako narzędzie służące do projektowania różnych systemów automatyki w przemyśle oraz scharakteryzował sposoby programowania sterowników marki SIEMENS z serii SIMATIC w trzech językach programistycznych (schematów drabinkowych, schematów blokowych oraz strukturalny wysokiego poziomu). W ostatniej części tego rozdziału mgr inż. Mariusz Winiarski opisał błędy i problemy występujące w sterownikach klasyfikując je na dwie kategorie: błędy systemowe oraz błędy funkcjonalne (wyróżnił błędy procesowe oraz błędy logiczne programu).

Z naukowego punktu widzenia, w mojej opinii, najbardziej wartościową częścią pracy są rozdziały od 5-7.

W **Rozdziale 5** mgr inż. Mariusz Winiarski dokonał charakterystyki wybranych rozkładów prawdopodobieństwa, takich jak: rozkład gamma, rozkład logistyczny, rozkład logarytmiczno-normalny, rozkład Pareto, rozkład Poissona, rozkład Weibulla.

Przeprowadził weryfikację ich parametrów w celu wyboru rozkładu do dalszych badań. Na podstawie rozkładu Poissona mgr inż. Mariusz Winiarski dokonał przedstawienia rozkładu częstości zdarzeń przejazdu pojazdu uprzywilejowanego

badanego odcinka drogi. W tym zakresie Doktorant obliczył wartość oczekiwaną, wyznaczył wykres funkcji schodkowej przejazdu, przedstawił gęstość rozkładu przejazdu określonej trasy oraz zobrazował wybrane charakterystyki zmiennej losowej. Przedstawiony w rozdziale pomiar częstości zdarzeń przejazdu pojazdu uprzywilejowanego przez określone węzły drogowe pozwolił Autorowi rozprawy na dobór wartości aplikowanych do generatorów programu symulacyjnego, który umożliwił zobrazowanie poszczególnych charakterystyk czasowych wybranych parametrów ruchu podczas przejazdu pojazdu uprzywilejowanego wyznaczonego odcinka sieci transportowej.

W rozdziale 6. mgr inż. Mariusz Winiarski przedstawił zaprojektowany na bazie algorytmu Most Cars bezpieczny autorski algorytm wyznaczania „zielonej linii” dla przejazdu pojazdu uprzywilejowanego na podstawie sygnału uzyskiwanego z GPS. W rozdziale Doktorant zobrazował wyniki uzyskanych czasów przejazdów pojazdem uprzywilejowanym podczas prowadzonych badań rzeczywistych, określił czasową złożoność obliczeniową autorskiego algorytmu dla poszczególnych czasów wykonania operacji kolejnych kroków obliczeniowych, a także przedstawił zależność czasu wykonania operacji autorskiego algorytmu od liczby danych wejściowych.

W ostatniej części rozdziału Autor rozprawy przedstawił ogólną postać algorytmu predykcyjnego, opisał parametry wskaźnika jakości przy występujących zakłóceniach i błędach modelowania wpływających bezpośrednio na pracę badanego układu, które wyznaczył przy pomocy metody najmniejszych kwadratów. Przedstawił również funkcje odporności algorytmu na zakłócenia i błędy modelowania.

Rozdział 7. dotyczy charakterystyki zbudowanego w oparciu o sterownik PLC stanowiska badawczego sterującego sygnalizacją świetlną na skrzyżowaniu dróg, które służyło do weryfikacji badań symulacyjnych. Mgr inż. Mariusz Winiarski, w rozdziale tym opisał autorski program dla sterownika, który umożliwia zastosowanie sygnału nadrzędności dla przejazdu pojazdu uprzywilejowanego na podstawie otrzymywanych danych o położeniu pojazdu uprzywilejowanego. Do symulacyjnej weryfikacji przyjętego algorytmu Doktorant wykorzystał środowisko VISSIM. Z zastosowaniem VISSIM zaprezentowane zostały symulacje parametrów ruchu dla priorytetu w transporcie.

Wykonane przez Doktoranta symulacje umożliwiły przeprowadzenie wszechstronnej analizy w zakresie możliwości dostosowywania parametrów ruchu tak, aby uzyskiwać jak najlepsze wyniki w zakresie czasu przejazdu pojazdu

uprzywilejowanego, np. poprzez wprowadzanie wartości ze znanych źródeł zewnętrznych, bądź prowadzonych badań terenowych.

W **Podsumowaniu** rozprawy mgr inż. Mariusz Winiarski sformułował wnioski z dysertacji, opisał, w jaki sposób zrealizował cel rozprawy, potwierdził słuszność postawionej w rozprawie tezy, wymienił najważniejsze osiągnięcia, jakie osiągnął w rozprawie oraz wskazał dalsze kierunki rozwoju.

5. Ocena rozprawy

Na podstawie analizy rozprawy doktorskiej mgr inż. Mariusza Winiarskiego uważam, że postawiony przez Autora rozprawy problem badawczy ma charakter dysertabilny i w pełni nawiązuje do współczesnych osiągnięć oraz potrzeb nauki i praktyki gospodarczej w obszarze transportu.

Treść kolejnych rozdziałów powiązana jest z tytułem rozprawy oraz odpowiada postawionej, w Rozdziale 1, tezie, która brzmi cyt. *„Możliwe jest opracowanie metody wyznaczania „zielonej linii” dla przejazdu pojazdu uprzywilejowanego na podstawie sygnału otrzymywanego z systemu GPS o jego położeniu”*. Aby to zrealizować Doktorant:

- przeprowadził studia literaturowe w zakresie istniejących rodzajów sygnalizacji świetlnych oraz sposobów ich sterowania,
- przeprowadził badania terenowe przejazdu pojazdu uprzywilejowanego określonego odcinka drogi na terenie miasta Radomia zawierającego kilka skrzyżowań sterowanych przy wykorzystaniu acyklicznych sygnalizacji świetlnych, w celu określenia częstości zdarzeń przejazdów tych pojazdów,
- zbudował autorski algorytmu umożliwiający wprowadzenie sygnału nadrzędności do systemu sterowania sygnalizacją świetlną, który odpowiedzialny będzie za wyznaczanie „zielonej linii” dla poruszającego się pojazdu uprzywilejowanego,
- zbudował stanowisko badawcze sterujące pracą sygnalizacji świetlnej z wbudowanym sterownikiem kompaktowo – modułowym PLC,
- opracował autorskie oprogramowanie badawcze w środowisku programistycznym TIA Portal,
- przeprowadził badania symulacyjne wybranych parametrów ruchu w programie VISSIM.

Uważam, że zasadniczym i najważniejszym dorobkiem mgr inż. Mariusza Winiarskiego jest autorski algorytm wyznaczania „zielonej linii” dla przejazdu pojazdu uprzywilejowanego na podstawie sygnału uzyskiwanego z GPS.

Niewątpliwie metoda ta może stanowić wygodne narzędzie dla oceny monitorowania w zakresie istniejących rodzajów sygnalizacji świetlnych oraz sposobów ich sterowania, co Doktorant wykazał w rozdziale 7. W rozdziale tym mgr inż. Mariusz Winiarski przedstawił wyniki pomiarów rzeczywistych przejazdów pojazdu uprzywilejowanego badanego odcinka drogi. Utylitarny charakter rozprawy stanowi o prawidłowym podejściu Doktoranta do badań naukowych. Weryfikacja proponowanego podejścia, w oparciu o dane rzeczywiste, przedstawiona w rozdziale 6, potwierdza możliwości praktycznego zastosowania zaproponowanego algorytmu. Natomiast wnioski wynikające z badań są słuszne i cenne, zwłaszcza dla praktyki gospodarczej w obszarze transportu.

Na podstawie przeprowadzonej analizy rozprawy uważam, iż mgr inż. Mariusz Winiarski porusza się swobodnie w badanej tematyce, wykazuje umiejętność samodzielnego zdefiniowania problemu naukowego i prowadzenia badań, interpretacji i uzasadnienia wyników oraz weryfikowania hipotez na podstawie przyjętych założeń. Zaprezentowane w części empirycznej rozprawy rozważania potwierdziły wysoką dojrzałość naukową Doktoranta.

Za główne osiągnięcie Pana mgr inż. Mariusza Winiarskiego uważam:

1. Przeprowadzenie szczegółowej analizy szerokiego spektrum literatury w zakresie sterowania ruchem drogowym,
2. Opracowanie autorskiego algorytmu wyznaczania „zielonej linii” dla przejazdu pojazdu uprzywilejowanego na podstawie sygnału uzyskiwanego z GPS.
3. Zaimplementowanie algorytmu do pomiarów rzeczywistych przejazdów pojazdu uprzywilejowanego badanego odcinka drogi.
4. Zbudowanie stanowiska badawczego sterującego sygnalizacją świetlną oraz napisanie programu sterującego umożliwiającego zastosowanie sygnału nadrzędności dla przejazdu pojazdu uprzywilejowanego

Problemy, do których prosiłabym o ustosunkowanie się Pana mgr inż. Mariusza Winiarskiego podczas publicznej obrony, są następujące:

1. Przedstawiona przez Pana metoda ma aspekty uniwersalności. Gdzie tj. w jakich obszarach funkcjonowania obiektów technicznych, widziałby Pan zastosowanie tej metody. Czy niezbędne są modyfikacje modelu, jeśli tak to jakie?
2. W podrozdziale 2.7, zatytułowany jako *Proces rozmieszczania popytu na sieć systemu transportowego*, Autor rozprawy dokonuje rozkładu ruchu na sieć transportową badanego odcinka sieci przy różnych wartościach zadanych

parametrów w celu zobrazowania wpływu natężenia ruchu na czas przejazdu pojazdu uprzywilejowanego obciążonego skrzyżowania w godzinach szczytu komunikacyjnego. Pojawia się jakie parametry ruchu lub jakie dane powinny być analizowane/zbierane aby uzyskać jak najlepsze efekty zastosowania Pana podejścia?

Dokonując oceny układu rozprawy, należy podkreślić, iż jej ogólna forma i zakres wynikają z realizacji celu rozprawy, treść rozdziałów zgodna z nadanymi im tytułami a kolejne rozdziały stanowią logiczne rozwinięcie głównego wątku dysertacji.

Podsumowując ocenę dysertacji Pana mgr inż. Mariusza Winiarskiego, stwierdzam, że konstrukcja rozprawy oraz sposób opracowania materiału empirycznego, a także forma przeprowadzonej analizy i przyjęta metodyka badań są co najmniej dobre i właściwe dla tego rodzaju prac. Doktorant wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną, dobrą znajomością przedmiotu badań oraz opanowaniem metod eksperymentalnych i analitycznych stosowanych w dyscyplinie *Transport*.

6. Uwagi szczegółowe

Pomimo wszystkich zalet i dobrej oceny rozprawy pod względem zawartości merytorycznej, dysertacja ma pewne niedostatki. Nie umniejszają one jednak wartości merytorycznej pracy, a utrudniają jedynie zrozumienie jej fragmentów. Niektóre z nich przytaczam poniżej.

1. Teksty wiszące we wszystkich rozdziałach. Teksty wiszące stanowią wstęp/wprowadzenie do problematyki rozdziału, w związku z tym dla jasności prowadzonych w danym rozdziale rozważań należy je wydzielić z całości jako np. „Wprowadzenie do rozdz....” lub „Uwagi ogólne”, itp.;
2. Wypunktowania po dwukropku pisane wielką literą, np. str. 20, 23, 36”;
3. Często Autor rozprawy dokonując analizy literatury, odwołuje się do poszczególnych autorów, jednakże są to pozycje współautorskie wielu z wymienionych pojedynczych autorów, co wpływa na brak przejrzystości w odniesieniu do pozycji literaturowych;
4. Nieliczne błędy edytorskie – brak interpunkcji (np. na str. 25, 32, 47, 48);
5. Dysertację miejscami studiuje się z pewnym trudem, co wynika przeważnie z konstrukcji pewnych wyrazów, konstrukcji zdań np. „zakresów tematycznych przedstawionych **przez** rysunek” (str. 24), itp.;

7. Wniosek końcowy oceny rozprawy

Uważam, że przedstawiona do recenzji rozprawa, mimo przedstawionych powyżej uwag krytycznych, które nie podważają zasadniczego dorobku Doktoranta, została wykonana na dobrym poziomie merytorycznym. Wyznaczony przez mgr inż. Mariusza Winiarskiego cel rozprawy został osiągnięty, a teza udowodniona.

Dokonując oceny całości rozprawy wyrażam opinię, iż stanowi ona oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wskazując na odpowiedni poziom wiedzy teoretycznej jej Autora w reprezentowanej dyscyplinie nauki, dobrą znajomość przedmiotu badań, zdolność do analitycznego spojrzenia na rozpatrywany problem oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Zaprezentowane w rozprawie wyniki badań są oryginalnym dorobkiem naukowym Doktoranta, a rezultaty pracy mogą zostać bezpośrednio wykorzystane w praktyce, czego dowodem są przeprowadzone eksperymenty przedstawione w rozdz. 7.

Reasumując, stwierdzam, że rozprawa mgr inż. Mariusza Winiarskiego pt. **„Metoda wyznaczania drogi dla przejazdu pojazdu uprzywilejowanego”**, spełnia warunki przewidziane w Ustawie z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, Dz. U. Nr 65, poz. 595 (z późniejszymi zmianami).

Stawiam więc wniosek o przyjęcie opracowania przedstawionego do recenzji – jako rozprawy doktorskiej mgr inż. Mariusza Winiarskiego na stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie *Transport* i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

J. Goida