

Katowice 3.03.2018 r.

dr hab. inż. Wiesław Pamuła, prof. nzw. Pol. Śl.
Katedra Systemów Transportu i Inżynierii Ruchu
Wydział Transportu
Politechnika Śląska



Recenzja rozprawy doktorskiej

Tytuł rozprawy: **Metoda tworzenia algorytmów sterowania adaptacyjnego dla skrzyżowań odosobnionych**

Autor rozprawy: **mgr inż Tomasz Krukowicz**

Promotor: **dr hab. inż. Piotr Kawalec, prof. PW**

Podstawą wykonania recenzji jest Uchwała Rady Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej z dnia 25.01.2018r oraz pismo z dnia 5.02.2018r. Prodziekana ds. Nauki Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej prof. dr hab. Krzysztofa Zboińskiego.

Tematyka rozprawy

Autor rozprawy podejmuje zadanie opracowania metody przygotowania algorytmów sterowania adaptacyjnego. Ogranicza dziedzinę sterowania do ruchu ulicznego na odosobnionych skrzyżowaniach. Efektywne przygotowanie algorytmów sterowania jest kluczowe dla sprawnej implementacji w rozbudowywanych systemach sterowania i zarządzania ruchem, w szczególności systemach opartych na technologiach telekomunikacyjnych i informatycznych (ITS). Postępujący rozwój systemów obejmuje coraz większe obszary i włączane zostają miejsca gdzie potoki ruchu uzależnione są tylko od lokalnych generatorów ruchu. Propozycja systematycznego podejścia do przygotowania algorytmu sterowania uwzględniająca ograniczenia prawne i specyfikę sterowników sygnalizacji świetlnej jest cenna dla praktyków w tej dziedzinie.

Rozwiązanie problemu badawczego

Przedmiotem rozprawy jest zagadnienie sformalizowania zapisów definiujących ograniczenia sposobu sterowania sygnalizacją świetlną na odosobnionych skrzyżowaniach. Ograniczenia sformułowane są w aktach prawnych stanowiących prawo o ruchu drogowym oraz wynikają z praktyki opracowywania programów sygnalizacji świetlnej. Celem jest odwzorowanie zapisów przepisów i zaleceń praktycznych na zbiór warunków i parametrów wykonania kolejnych etapów algorytmu sterowania

adaptacyjnego dla skrzyżowań odosobnionych. Rozpatrywane jest sterowanie z zastosowaniem faz ruchu.

Autor przeprowadził kwerendę polskich i reprezentatywnych zagranicznych źródeł w zakresie metodyki opracowania algorytmów sterowania adaptacyjnego. Wybór źródeł świadczy o dobrym rozeznaniu autora w dziedzinie sterowania ruchem drogowym. Przekonujące wyniki kwerendy wskazują na brak sformalizowanego podejścia do opracowania algorytmów. Ograniczenia wyrażone w przepisach lub podręcznikach opracowania sterowania, przekształcane są na parametry przebiegu sterowania. Przepisy narzucają większość reguł ustalania wartości parametrów. Ważnym zaleceniem jest wskazanie sposobu zapisu algorytmu sterowania. Najczęściej wskazywanym jest zapis algorytmu z użyciem schematu blokowego.

Metoda opracowania algorytmów sterowania adaptacyjnego uwzględnia zapisy polskiego prawa o ruchu drogowym. Analiza materiałów pozwoliła uporządkować i systematycznie przedstawić w postaci formuł warunkowych i macierzy opisu relacji ruchowych na skrzyżowaniu, ograniczenia sterowania. Określono ograniczenia w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa ruchu na skrzyżowaniu, zapewnienia zadanego poziomu efektywności sterowania. Przygotowano warunki przejść między fazami ruchu oraz ograniczenia czasowe tych przejść. Wartości czasowe obliczono z użyciem autorskiego zestawu makropoleceń dla arkusza kalkulacyjnego. Arkusz kalkulacyjny został użyty do wyznaczania warunków i obliczania parametrów sterowania.

Autor proponuje zastosowanie grafów do przedstawienia relacji i przejść między fazami. Opracowany graf zostaje przekształcony w sieć z użyciem zdefiniowanych ograniczeń sterowania. Na podstawie sieci przygotowane zostają schematy blokowe algorytmów faz ruchu. Zaproponowany został zestaw makrobloków reprezentujących typowe elementy algorytmu co pozwala efektywnie odwzorować przebiegi sterowania.

Uznano schemat blokowy za dobry zapis algorytmu sterowania. Niewielkim nakładem pracy można przekształcić go w inną postać w zależności od wymagań np. zarządcy dróg. W pracy opracowano na podstawie schematu blokowego automat realizujący algorytm i zasymulowano działanie w środowisku Active_HDL. Uzyskany model pozwala zweryfikować działanie opracowanego algorytmu sterowania. Autor pomysłowo zastosował, pozornie nie związane z modelowaniem sterowania, narzędzie do symulacji działania układów logicznych.

Praca dobrze dokumentuje tok postępowania w opracowanej metodzie i dyskusję możliwych wariantów wynikających z arbitralnego wyboru ograniczeń sterowania. Dyskusja wskazuje na dużą wiedzę praktyczną autora w dziedzinie opracowywania programów sygnalizacji świetlnej. Autor zwraca uwagę na niedostateczną precyzję zapisów w aktach prawnych co obliguje do subiektywnego rozstrzygnięcia problemów określania warunków działania. Dodatkowo należy uwzględnić decyzje zarządców dróg, którzy narzucają własne ograniczenia dla konstrukcji algorytmów sterowania.

Praca zawiera dobrze zilustrowany przykład zastosowania opracowanej metody dla skrzyżowania odosobnionego z 4 fazowym przebiegiem sterowania.

Metodyka badań

Zaproponowana metodyka rozwiązania problemu formalizacji zapisów ograniczeń sterowania skutecznie pozwala osiągnąć cel pracy. Autor wykazał umiejętność samodzielnej pracy badawczej i dobre opanowanie narzędzi stosowanych w dziedzinie przygotowania algorytmów sterowania.

Układ pracy

Układ pracy odpowiada etapom opracowania metody przygotowania algorytmów. Można wyróżnić następujące części pracy:

- Dyskusja aktualnego stanu wiedzy w dziedzinie projektowania sterowania adaptacyjnego (rozdz. 1 i 2). Autor przedstawił przegląd zagadnień związanych z metodyką opracowania programów sterowania. Zwrócił uwagę na brak sformalizowanych metod przygotowania algorytmów sterowania i zalecenie zastosowania schematów blokowych do przedstawienia algorytmów sterowania.
- Prezentacja celu, tezy i zakresu pracy (rozdz.3). Zawiera opis ograniczeń postawionego problemu badawczego i zarys postępowania dla osiągnięcia celu pracy.
- Definicja elementów zapisu algorytmu sterowania (rozdz.4). Autor przedstawił szkielet algorytmu sterowania opartego na zastosowaniu faz ruchu. Zaproponował metody określenia zbioru faz ruchu, przejść między fazami i warunków czasowych inicjowania przejść. Szczegółowe opracowanie postępowania przedstawione jest w kolejnych rozdziałach (rozdz. 5-7), poparte jest przykładem rozwiązania 4 fazowego sterowania ruchem na odosobnionym skrzyżowaniu.
- Prezentacja algorytmu sterowania ruchem (rozdz. 8). Zastosowano graf do zapisu przejść między fazowych. Z użyciem określonych ograniczeń przedstawiona jest metoda przekształcenia grafu sterowania w sieć. Opisane jest postępowanie zamiany sieci na schemat blokowy, który stanowi dokument pozwalający zaprogramować działanie sterownika sygnalizacji świetlnej. Podany jest przykład weryfikacji algorytmu z użyciem symulatora automatu przygotowanego z użyciem schematu blokowego algorytmu sterowania.
- Podsumowanie (rozdz. 9) zawiera opis wyników pracy i propozycję automatyzacji zaproponowanej metody.

Forma opracowania

Otrzymany do recenzji egzemplarz pracy świadczy o dbałości autora o stronę estetyczną pracy. Okładka i profesjonalny wydruk podkreślają to podejście. Rozprawa składa się z 9 rozdziałów, bibliografii i wykazów rysunków oraz tabel, w sumie liczy 184 strony. Podział treści jest bardzo szczegółowy autor użył czterech poziomów numeracji rozdziałów. Starannie przygotowane są rysunki ilustrujące tok narracji w pracy.

Praca zawiera streszczenia w języku polskim i w języku angielskim.

Oryginalny dorobek autora

Oryginalnym dorobkiem autora jest opracowanie sposobu formalnego zapisu ograniczeń sterowania wynikających z przepisów prawnych i praktyki projektowej w dziedzinie przygotowania programów sygnalizacji świetlnej.

Z użyciem zapisów ograniczeń zaproponował autorskie metody określenia faz ruchu w sterowaniu adaptacyjnym, metody przejść między fazowych i metody wyznaczania warunków czasowych inicjowania tych przejść. Opracowana metodyka pozwoliła na określenie założeń dla odwzorowania algorytmu sterowania z użyciem sieci. Autor zaproponował zasady przekształcenia sieci w schemat blokowy. Wyróżnione zostały powtarzalne bloki funkcjonalne co ułatwia przekształcanie i zwiększa czytelność schematu blokowego.

Autor w poprawny sposób przedstawił kolejne etapy postępowania w zaproponowanej metodzie. Przekonująco zilustrował postępowanie z użyciem nieskomplikowanego przykładu i dokonał weryfikacji działania uzyskanego algorytmu. Rozwiązanie świadczy o biegłości w posługiwaniu się użytymi narzędziami i dużym praktycznym doświadczeniu autora.

Uwagi

Rozdrobniony podział treści pracy utrudnia syntezę podjętych wątków narracyjnych z drugiej strony w spisie treści łatwo odnaleźć hasła przewodnie narracji.

Rozdział prezentujący cel i tezę pracy nie zawiera jasnego sprecyzowania postawionych hipotez badawczych, które są opracowywane w pracy.

Przydatnym dla lepszego przedstawienia osiągnięć w pracy byłoby tabelaryczne zestawienie opracowanych formalnych zapisów w miejsce słownego podsumowania treści rozdziałów.

W pracy znaleźć można nieliczne przykłady nieprecyzyjnego użycia słów np:

str. 33 w. 19 „możliwość dostosowania ...” – z kontekstu wynika że właściwym byłoby użycie słowa zdolność

str. 46 w. 1 „wymagań aktów ...” – z kontekstu wynika że chodzi o przepisy

str. 60 w. 28, str. 62 w. 3 „wybór ...” – z kontekstu wynika że nie chodzi o proces decyzyjny tylko o zadanie oceny i określenia ...

Streszczenie w języku angielskim wymaga fachowej weryfikacji.

Wniosek

Uważam, że przedłożona do recenzji rozprawa mgra inż. Tomasza Krukowicza spełnia wymagania określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 nr 65 poz. 595 z późniejszymi zmianami, tekst jednolity Dz.U. 2017 poz. 1789) i wnioskuję o dopuszczenie pracy do publicznej obrony.

W. Pamuła.

Wiesław Pamuła