

Prof. dr hab. inż. Tomasz Lech Stańczyk
Katedra Pojazdów Samochodowych i Transportu
Politechnika Świętokrzyska, Kielce

Kielce 22.06.2022r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Leszka Jemiola
pt. „Wykorzystanie układu elektronicznej kontroli toru jazdy ESP
w automatyzacji manewru omijania nagle pojawiającej się przeszkody”.

Podstawa sporządzenia opinii: pismo Prof. dr hab. Sławomira Bukowskiego, Rektora Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, z dnia 13.05.2022 r.

Ogólna charakterystyka pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa o wyżej wymienionym tytule jest pracą o objętości 240 stron i składa się z 7 rozdziałów, wykazu literatury oraz 6 załączników. Wykaz literatury obejmuje 73 pozycje drukowane i 9 źródeł internetowych. Spośród wszystkich cytowanych źródeł 59 to pozycje obcojęzyczne – głównie w języku angielskim (58).

Autor podejmuje w pracy bardzo interesujący z teoretycznego punktu widzenia, a zarazem mający bardzo dużą wartość użytkową problem integracji dwóch systemów asystenckich. Już w latach 80-tych dwudziestego wieku, gdy inicjowano wielkie programy badawcze, takie jak: europejski program PROMETHEUS (Program for European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety), amerykański program ITS (Intelligent Transportation System), czy japoński SSVS (Super Smart Vehicle System), w dokumentach wskazujących kierunki działań pojawiały się sformułowania mówiące o automatycznym kierowaniu pojazdem, czy pilocie automatycznym dla pojazdów samochodowych. W miarę realizacji tych i wielu innych projektów badawczych stawało się jasne, że postulaty te nie są możliwe do zrealizowania w ciągu dziesięciu czy dwudziestu lat. Nastąpiła wyraźna zmiana podejścia: eksponowano potrzebę tworzenia i doskonalenia systemów wspomagania pracy kierowcy (obecnie określanych, jako systemy asystenckie), zaś automatyczne kierowanie pojazdem, będzie efektem integrowania w przyszłości tych udoskonalonych i wzbogaconych systemów asystenckich.

Obecnie można uznać, że jesteśmy w fazie integrowania tych systemów. Dotyczy to głównie systemów bezpieczeństwa czynnego, np. systemy ABS, ASR i ESP powstawały kolejno w odstępach 8 – 9 letnich, a obecnie standardem jest, że są one zintegrowane w ramach

Otrzymałam, dn. 28.06.2022
L. dz. 2022
Sektora Rozwoju Kadry Naukowej

systemu ESP, który stał się w pewnym sensie systemem nadrzędnym. Pojawiają się koncepcje integrowania systemów bezpieczeństwa czynnego i biernego.

W ten nurt poszukiwań naukowych i technicznych wpisuje się recenzowana praca. Autor podejmuje problem opracowania modelu zintegrowanego systemu, składającego się z aktywnego układu kierowniczego AFS i układu stabilizacji toru jazdy ESP, sterującego manewrem omijania nagle pojawiającej się przeszkody przez samochód ciężarowy. Wybór obszaru badawczego i jego ograniczeń, sformułowanie problemu badawczego oraz celu pracy dokonany został w oparciu o rzetelną analizę aktualnego stanu wiedzy. Doktorant wykazał się bardzo dobrą znajomością metod modelowania i symulacji ruchu pojazdów samochodowych, potwierdzając w ten sposób swoje kompetencje dla podjęcia sformułowanego tematu pracy.

Wybór tematu rozprawy należy zatem uznać za trafny. Pozytywnie należy również ocenić wybór metodyki rozwiązania problemu. W oparciu o sformułowane założenia buduje modele matematyczne i opracowuje algorytmy, a następnie bada je metodą symulacji komputerowej. Należy podkreślić bardzo poprawne podejście Doktoranta z punktu widzenia metodyki badań. Końcowe badania symulacyjne samochodu wyposażonego w zintegrowany system AFS – ESP, poprzedza trzema badaniami etapowymi: modelu pojazdu bez systemów wspomagania, modelu pojazdu wyposażonego wyłącznie w system ESP oraz modelu pojazdu wyposażonego wyłącznie w system AFS.

Analiza treści rozprawy

Następujący po krótkim Wstępie, rozdział drugi – to studium literaturowe systemów bezpieczeństwa czynnego, wspomagających kierowcę w kierowaniu pojazdem. Przedstawia krótko łącznie 33 należące do tej grupy systemy, przy czym dzieli je na systemy wspomagające kierowcę pasywnie (17 systemów) i systemy wspomagające kierowcę aktywnie (16 systemów). Wskazuje, że tworzenie takich systemów jest działaniem interdyscyplinarnym, obejmującym różne dziedziny nauki i inżynierii, w tym automatykę i robotykę, informatykę, mechatronikę i inżynierię mechaniczną.

W rozdziale trzecim opisana jest geneza pracy. Autor przedstawił swój aktywny udział w pracach badawczych realizowanych w Instytucie Eksploatacji Pojazdów i Maszyn Politechniki Radomskiej, dotyczących budowy modelu dynamicznego samochodu ciężarowego, identyfikacji parametrów tego modelu oraz jego weryfikacji eksperymentalnej. Wskazał również udział w tworzeniu koncepcji systemu AFS. Podsumowaniem tego rozdziału jest sformułowanie celu naukowego rozprawy doktorskiej.

W rozdziale czwartym Doktorant przedstawia ogólną koncepcję automatycznego systemu sterowania ruchem pojazdu podczas omijania nagle pojawiającej się przeszkody. Następnie szczegółowo przedstawia model aktywnego systemu kierowniczego AFS opracowanego w Instytucie Eksploatacji Pojazdów i Maszyn, Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego w Radomiu. System ASF powstał, jako wynik realizacji projektu, w którym Doktorant był jednym z trzech głównych wykonawców. W kolejnym podrozdziale przedstawia opracowany

przez Niego model układu stabilizacji toru jazdy ESP, który stał się podstawą opracowanego przez Doktoranta programu symulującego pracę systemu ESP. W programie symulacyjnym model ESP współpracuje z modelem wirtualnym pojazdu i opracowanym na potrzeby systemu AFS modelem referencyjnym. Ponadto model systemu ESP został tak skonfigurowany, by mógł współpracować z opisanym wcześniej modelem systemu AFS. W końcowej części tego rozdziału został przedstawiony autorski model zintegrowanego systemu sterowania pojazdem AFS+ESP, dla manewru omijania nagle pojawiającej się przeszkody. Stanowi on realizację pierwszej części założonego celu pracy.

Rozdział piąty, najobszerniejszy w pracy, zawiera opis zrealizowanych badań symulacyjnych. Rozpoczyna się od przedstawienia ogólnej koncepcji badań symulacyjnych. W pierwszym etapie Doktorant przeprowadził badania modelu wirtualnego samochodu w celu poznania jego własności jezdnych w różnych warunkach drogowych i eksploatacyjnych z uwzględnieniem granicznych warunków ruchu. W tym celu, w oparciu o główny program obliczeniowy rozbudowanego modelu samochodu ciężarowego opracował pakiet programów obliczeniowych, umożliwiających symulację manewrów jezdnych o różnym stopniu złożoności. Opracowany przez Doktoranta pakiet programów obliczeniowych może być wykorzystywany zarówno do symulacji ruchu samochodu w dowolnej sytuacji drogowej, jak i do symulacji testów badawczych, używanych do badań kierowności i stateczności ruchu samochodu. Do badań własności jezdnych modelu pojazdu wykorzystane zostały trzy typowe (zalecane przez ISO) testy do badań kierowności i stateczności, ale odpowiednio zmodyfikowane, aby umożliwiły badanie własności jezdnych pojazdu w warunkach granicznych oraz po utracie stateczności, czyli sytuacji odpowiednich do badania skuteczności działania opracowywanych układów wspomagania kierowcy. Następnie został opisany sposób realizacji każdego z trzech testów, a wyniki przedstawione na wielu wykresach i przeanalizowane oraz podsumowane.

Po szczegółowym zbadaniu własności dynamicznych modelu wirtualnego samochodu Doktorant przystąpił do obszernych badań symulacyjnych kolejno: modelu pojazdu, wyposażonego w system ESP oraz modelu pojazdu, wyposażonego w system AFS. W tym przypadku również wyniki badań symulacyjnych zostały przedstawione na wielu wykresach i przeanalizowane oraz podsumowane. Po tych badaniach „przygotowawczych”, w ostatniej części rozdziału przeprowadzone zostały badania symulacyjne modelu pojazdu, wyposażonego w zintegrowany system sterowania pojazdem AFS+ESP. Ponieważ cechą charakterystyczną samochodów ciężarowych jest bardzo duża różnica masy między samochodem nieobciążonym i w pełni obciążonym, skutkująca radykalną zmianą zachowania samochodu, powodowaną przechodzeniem z podsterowności w nadsterowność, te końcowe badania przeprowadzono dla wymienionych dwóch skrajnych obciążeń samochodu.

Rozdział szósty stanowi obszerne podsumowanie badań symulacyjnych. W rozdziale tym Autor przeprowadził porównanie wyników badań modelu wirtualnego pojazdu wyposażonego w układ AFS oraz w zintegrowany system sterowania AFS+ESP. Do porównania jakości kierowania wirtualnym pojazdem przez obydwa rozważane układy sterowania wybrano

(uznane za najlepsze w poprzednich rozdziałach pracy) przebiegi trzech wielkości: przemieszczenia poprzecznego środka masy pojazdu (w funkcji przebytej drogi) oraz przedstawione w funkcji czasu zmiany wartości: kąta obrotu koła kierownicy i kąta odchylenia samochodu. Ponadto w celu skwantyfikowania oceny poszczególnych przebiegów wprowadzono (podobnie, jak w dwóch ostatnich podrozdziałach rozdziału 5) specjalne wskaźniki całkowite. Po każdej serii wykresów ilustrujących przebieg danej próby zamieszczana jest tabela ze wskaźnikami, na podstawie których oceniano próbę, jako dobrą, akceptowalną lub ocenianą negatywnie. Rozdział kończy się podsumowaniem.

Ostatni, siódmy rozdział – to wnioski. Przedstawiono w nim trzy ogólne wnioski końcowe. W kwestii wniosków szczegółowych, Autor odsyła czytelnika do podsumowań (kończących każdy rozdział), w których są one zawarte. Autor wskazuje również dosyć konkretny plan dalszych badań, których efektem powinno być zbudowanie prototypu sterownika zintegrowanego systemu sterowania i obszerne przetestowanie jego działania.

Do pracy dołączonych jest pięć załączników, z których pierwszy jest uzupełnieniem rozdziału 3, dwa następne – to uzupełnienie rozdziału 5.3 (Badania symulacyjne modelu pojazdu jako obiektu sterowania), a trzy ostatnie są uzupełnieniami do rozdziałów kolejno: 5.4, 5.5 i 5.6.

Uwagi krytyczne dotyczące rozprawy

Praca jako całość, pod względem merytorycznym zasługuje na bardzo wysoką ocenę. Napisana jest bardzo starannie i niemal nie zawiera błędów. Nieliczne uwagi krytyczne przedstawiam poniżej, w kolejności pojawiania się w tekście. Chciałbym jednak podkreślić, że nie są to znaczące uchybienia, a większość z nich ma charakter błędów redakcyjnych.

1. Str. 10 – zaczynający się na tej stronie „Przegląd literatury ...” oceniam, jako najłabszy element (bardzo dobrej w pozostałym zakresie) pracy. Uważam, że studium literatury mogło być z jednej strony mniej ogólnikowe, z drugiej zaś strony obszerniejsze. Spodziewałem się obszerniejszego opisu i analizy porównawczej systemów ESP oraz aktywnych układów kierowniczych AFS.
2. Str. 37, linia 5_d – jest: „powoduje o całkowitym wyłączeniu ...”, powinno być: „powoduje całkowite wyłączenie”.
3. Str. 37, linie 5_d ÷ 1_d – sformułowany w tym punkcie opis jest błędny – proszę o korektę.
4. Str. 38, linie 1^g ÷ 4^g – ten opis również jest błędny – proszę o korektę.
5. Str. 47, linia 14^g – jest: „... do badań kierowalności stateczności ...”, powinno być: „... do badań kierowalności i stateczności ...”. Drobna pomyłka – brak spójnika „i” – spowodowała powstanie nowego pojęcia: „kierowalność stateczności”.

Poza wymienionymi uchybieniami praca napisana jest bardzo starannie. Wszystkie sformułowania są precyzyjne, stosowana jest poprawna terminologia naukowa i techniczna. W wykazie uwag krytycznych nie wskazano znaczących błędów merytorycznych.

Ocena końcowa rozprawy

Recenzowaną rozprawę doktorską oceniam bardzo wysoko. Przedstawione uwagi krytyczne dotyczą raczej drobnych uchybień i nie podważają wysokiej oceny pracy. Uważam, że zadanie jakie podjął Autor w rozprawie zostało w sposób poprawny i obszerny rozwiązane z wykorzystaniem wiedzy teoretycznej z różnych dziedzin inżynierii mechanicznej, techniki samochodowej oraz techniki komputerowej. Autor wykazał, że dobrze opanował tę wiedzę i potrafi się nią skutecznie posługiwać do rozwiązywania problemów naukowych i technicznych. Na podkreślenie zasługuje potencjalna, duża wartość użyteczna pracy.

Praca mgr inż. Leszka Jemioła posiada wszelkie cechy poprawnie przeprowadzonej pracy naukowej. Ogólny układ pracy jest prawidłowy. Doktorant przedstawił koncepcję autorskiego modelu zintegrowanego systemu sterowania pojazdem AFS+ESP, dla manewru omijania nagle pojawiającej się przeszkody. Proces dochodzenia do opracowania tego systemu rozpoczął od badań symulacyjnych modelu samochodu w celu poznania jego własności dynamicznych z uwzględnieniem granicznych warunków ruchu. Aby zrealizować to zadanie opracował autorski pakiet programów obliczeniowych, umożliwiających symulację manewrów jezdnych o różnym stopniu złożoności. Kolejnym krokiem była realizacja obszernych badań symulacyjnych modelu pojazdu, wyposażonego w system ESP oraz modelu pojazdu, wyposażonego w system AFS. Po analizie tych badań, przystąpił do badań symulacyjnych modelu pojazdu, wyposażonego w zintegrowany system sterowania pojazdem AFS+ESP. Proces badawczy zakończył szczegółowym porównaniem wyników badań modelu pojazdu wyposażonego w układ AFS oraz w zintegrowany system sterowania AFS+ESP, które wykazało jednoznacznie lepsze działanie systemu zintegrowanego.

Praca zrealizowana jest bardzo rzetelnie. Jako całość stanowi logiczną i spójną analizę wielu czynników wpływających na jakość działania zintegrowanego systemu sterowania AFS+ESP. Autor w sposób umiemytny wykorzystał wyniki obszernych badań symulacyjnych dla przeprowadzania pogłębionych analiz zachodzących procesów.

Uważam, że rozprawa doktorska mgr inż. Leszka Jemioła spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez obowiązującą Ustawę o stopniach naukowych i tytule naukowym, dlatego wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Równocześnie, mając na uwadze wysoki poziom rozprawy doktorskiej oraz znaczący (ponadprzeciętny) dorobek naukowo badawczy i publikacyjny Doktoranta (udział w kilku dużych projektach badawczych oraz dużo publikacji w renomowanych czasopiśmie z listy JCR oraz indeksowanych w bazie Scopus) wnioskuję o wyróżnienie pracy.

