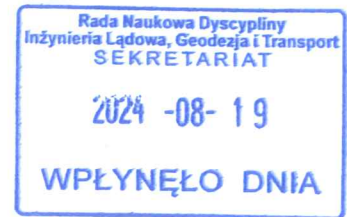


Szczecin, 14.08.2024 r.

prof. dr hab. inż. Zbigniew Pietrzykowski
Politechnika Morska w Szczecinie
Wydział Informatyki i Telekomunikacji
Wały Chrobrego 1-2
70-500 Szczecin



RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Małgorzaty Pelki

pt. „Metoda oceny efektywności szkoleń kierowców w aspekcie zwiększenia bezpieczeństwa ruchu drogowego”

Podstawa: Pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa Geodezja i Transport Politechniki Warszawskiej nr WTBD.521.DR.91.2024 z dnia 13.06.2024 r.

1. Charakterystyka rozprawy

Podnoszenie poziomu bezpieczeństwa w transporcie poprzez eliminowanie lub ograniczanie przyczyn powstawania wypadków jest jednym z głównych priorytetów w Polsce i na świecie. Prowadzone badania wykazują, że w znaczącej liczbie przypadków są one powodowane błędami ludzkimi. Dąży się do ich redukcji m.in. poprzez wprowadzanie urządzeń i systemów wspomagających, a obecnie coraz częściej zastępujących operatorów środków transportu. Dotyczy to wszystkich rodzajów transportu, w tym transportu powietrznego, morskiego i lądowego. Wprowadzane są rozwiązania służące zwiększeniu świadomości sytuacyjnej decydentów, wspomagające podejmowanie decyzji oraz w coraz szerszym zakresie automatyzujące procesy sterowania kierowanymi przez nich jednostkami. Prowadzone są intensywne prace nad pojazdami autonomicznym, które są stopniowo wprowadzanymi do eksploatacji. Podniesienie poziomu bezpieczeństwa wiąże się ściśle ze znajomością i umiejętnością obsługi przez uczestników ruchu wymienionych urządzeń i systemów oraz wiedzą o możliwościach i ograniczeniach. Ważną rolę odgrywa proces szkolenia i związany z nim proces egzaminowania.

Zagadnienia te są przedmiotem recenzowanej rozprawy doktorskiej. Doktorantka postawiła sobie za cel naukowy opracowanie metody oceny efektywności szkoleń kierowców z zakresu wykorzystania zaawansowanych systemów wsparcia kierowcy i systemów automatyzujących jazdę.

Rozprawa składa się z dziesięciu rozdziałów, w tym wstępu i podsumowania, streszczeń w języku polskim i angielskim, wykazu ważniejszych skrótów i oznaczeń, bibliografii, spisów tabel i rysunków oraz załączników przedstawionych na 188 stronach, z czego 151 stron dotyczy tekstu zasadniczego.

Rozdział pierwszy, zatytułowany „Wstęp” (trzy strony), stanowi krótkie wprowadzenie w zagadnienia bezpieczeństwa ruchu drogowego. Doktorantka uzasadnia potrzebę działań dla podnoszenia poziomu bezpieczeństwa w ruchu drogowym. Podkreśla znaczenie edukacji i szkolenia kierowców jako jednego z obszarów działań służących redukcji liczby i skutków wypadków drogowych. Zwraca uwagę na potrzebę edukacji w zakresie nowo wprowadzanych urządzeń i zaawansowanych systemów wspomagających lub zastępujących w różnym stopniu kierowcę w prowadzeniu pojazdu.

W rozdziale drugim pt. „Stan zagadnienia” (osiem stron) Doktorantka wskazała na znaczenie systemów wsparcia kierowcy i umiejętności korzystania z nich przez kierowców. Analizowała formy szkoleń i wymaganych umiejętności oraz sposoby określania efektywności szkoleń przedstawione w literaturze. Omówiła metody wyznaczania liczbowych wskaźników przyrostu wiedzy i umiejętności oraz przedstawiła wyniki analiz badań ankietowych służących ocenie efektywności szkoleń na podstawie testów wypełnianych przed i po szkoleniu. Doktorantka nawiązała także do szkoleń innych operatorów środków transportu – maszynistów i pilotów samolotów. Zwróciła także uwagę na znaczenie wykorzystania wysokiej klasy symulatorów jazdy i symulatorów lotu w procesie edukacji i szkoleń.

Cel, tezę i zakres pracy Doktorantka przedstawiła w rozdziale trzecim pod takim samym tytułem (dwie strony), uzasadniając je potrzebą szkoleń z zakresu systemów wsparcia kierowcy korzystania oraz oceny jakości tych szkoleń.

W rozdziale czwartym, zatytułowanym „Automatyzacja pojazdów” (siedemnaście stron), Doktorantka przedstawiła wybrane metody klasyfikacji pojazdów: SAE (6 poziomów automatyzacji / autonomiczności) i NHTSA (5 poziomów automatyzacji /autonomiczności) od braku wsparcia do w pełni autonomicznego pojazdu łącznie. Scharakteryzowała najbardziej powszechne systemy wsparcia kierowcy dla poziomów 1 i 2 wg SAE.

Rozdział piąty pt. „Szkolenia kierowców w zakresie procesów uzyskiwania prawa kategorii B” (piętnaście stron) zawiera charakterystykę wymagań dla kandydatów na kierowców i procedury uzyskania prawa jazdy w wybranych krajach Unii Europejskiej oraz definicje umiejętności oraz minimalnych wymagań co do fizycznych i psychicznych zdolności do kierowania pojazdami, jakie powinni posiadać kandydaci na kierowców dla pojazdów poszczególnych kategorii. Doktorantka przedstawiła również przykłady praktyk stosowanych w zakresie wykorzystania zaawansowanych systemów wsparcia kierowcy w trakcie kursu na prawo jazdy i procesu egzaminowania kierowców. Zwróciła uwagę na problem przeceniania swoich umiejętności przez kierowców.

W rozdziale szóstym Doktorantka rozpatrzyła wyniki badań nad poziomem wiedzy społeczeństwa i sposobów ich pozyskiwania i nastawieniu do ADAS. W tym celu analizowała m.in. raport Komisji Europejskiej dotyczący rozpatrywanych zagadnień, wyniki badań przeprowadzonych przez pracowników Instytutu Transportu Samochodowego (ITS) i Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej (WT PW) w ramach projektu AV-PL-ROAD, obejmujących badania ankietowe przedstawicieli branży TSL i osób prywatnych (przeprowadzonych przez WT PW) oraz badań w ruchu rzeczywistym przeprowadzonych przez ITS. Badania wykazały m.in. niewielkie doświadczenie w korzystaniu z ADAS oraz potwierdziły, że zaawansowane systemy wspomagania kierowcy mogą pozytywnie wpłynąć na zwiększenia poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego. Jednocześnie wyniki innych badań wskazują na fakt, że zarówno konsumenci, jak i sprzedawcy samochodów są niedostatecznie informowani

W rozdziale siódmym zatytułowanym „Nowatorskie metody szkolenia kierowców z wykorzystaniem zaawansowanych systemów wspomagających kierowcę” (40 stron) Doktorantka przedstawiła szkolenia przeprowadzone w ramach projektu Trustonomy z użyciem dedykowanej platformy e-learningowej oraz wysokiej klasy symulatora jazdy. Zwróciła uwagę

na umiejętności, jakie kierowca powinien posiadać, aby móc bezpiecznie korzystać z tej technologii oraz na możliwość określenia efektów szkoleń za pomocą zmiennych rejestrowanych przez symulator jak też za pomocą ankiet. Opisała grupę badawczą, przedstawiła metodykę badawczą, analizowane formy szkolenia: Pozwoliło to przeprowadzić ocenę efektów poszczególnych form szkolenia: szkolenie praktyczne, e-learning oraz krótki instruktaż.

Rozdziały jeden do siedem stanowią szeroką analizę zagadnień podjętych w pracy, w tym metod szkolenia i pomiaru efektów kształcenia

Zasadniczą część pracy stanowią rozdziały ósmy i dziewiąty.

W rozdziale ósmym Doktorantka przedstawiła opracowany autorski model rozmyty oceny zachowania kierowcy w trakcie jazdy z użyciem asystenta jazdy po autostradzie z podsystemami adaptacyjnego tempomatu, asystenta utrzymania pasa ruchu, automatycznego systemu wyprzedzania i systemu manewru minimalnego ryzyka. Ocena efektywności różnych form szkolenia została przeprowadzona dla 67 badanych osób na podstawie wybranych trzech parametrów rejestrowanych w symulatorze w czasie przejazdów:

- liczby prób uruchomienia systemu,
- czasu reakcji kierowcy na pojawiające się żądanie przejścia kontroli,
- całkowitego czasu reakcji od komunikatu do zabrania stóp z pedałów i rąk z kierownicy.

Doktorantka zastosowała do oceny rozmyty model Mamdaniego z trzema wielkościami wejściowymi wymienionymi powyżej oraz jednym wyjściem, opisującym zachowanie kierowcy w postaci wartości lingwistycznych: zachowanie nieakceptowalne, akceptowalne, bardzo dobre. Wyniki wykazały najwyższą skuteczność szkolenia praktycznego. Otrzymane wyniki Doktorantka zestawiała z ocenami wystawionymi przez trenerów po zakończonych przejazdach. Wyniki zestawiono z ocenami przyznanymi przez trenerów po zakończonym przejeździe.

W rozdziale dziewiątym przeprowadzono weryfikację modelu na podstawie analizy danych dla kolejnych 15 uczestników. Doktorantka zbudowała dodatkowo model oceniający zachowanie kierowcy w poszczególnych sytuacjach. Dla większości uczestników wykazano wzrost ocen w kolejnych sytuacjach. Ocena przeprowadzona za pomocą modelu wykazała dużą zgodność z ocenami trenerów. Szczegółowa analiza wykazała, że część ocen trenerów była nieadekwatna do komentarzy zamieszczanych przez nich w kwestionariuszach oraz do rzeczywistego przebiegu szkolenia. Ponadto zaobserwowano różnice w ocenach poszczególnych trenerów wynikające z uwzględnienia w ocenach dodatkowych elementów. Tym samym Doktorantka wykazała, że ocena dokonana na podstawie zarejestrowanych danych z przejazdów użyciem opracowanego modelu pozwala wyeliminować czynnik ludzki w procesie oceny.

W części końcowej pracy (rozdział dziesiąty, 9 stron) Doktorantka sformułowała wnioski wypływające z przeprowadzonych badań, wskazała osiągnięcia oraz nakreśliła możliwości zastosowań opracowanego modelu.

Oryginalny wkład Doktorantki w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa geodezja i transport stanowią rozdziały ósmy i dziewiąty.

2. Uwagi ogólne

Podjęcie przez Doktorantkę tematyki oceny efektywności szkoleń kierowców z zakresu wykorzystania zawansowanych systemów wsparcia kierowcy i systemów automatyzujących jazdę uznają za zasadne, a samo sformułowanie tematu trafne. Wynika to z konieczności posiadania przez operatorów środków transportu, w tym przypadku kierowców, umiejętności obsługi oraz znajomości możliwości i ograniczeń tych systemów. Wiąże się z potrzebą wprowadzenia do programów kształcenia kierowców odpowiednich szkoleń oraz metod oceny ich jakości

i skuteczności. Jest to o tyle trudniejsze, że nie zostały wprowadzone wymagania co do umiejętności kierowców z zakresu ich właściwego wykorzystania.

Doktorantka sformułowała tezę pracy:

„Możliwe jest opracowanie metody oceny efektywności szkoleń kierowców przy zastosowaniu logiki rozmytej z wykorzystaniem danych zarejestrowanych przez symulator jazdy, w celu oceny zwiększania wiedzy kierowców i kandydatów na kierowców z zakresu właściwego wykorzystania zaawansowanych systemów wsparcia kierowcy i systemów automatyzujących jazdę.”

Cel rozprawy Doktorantka zdefiniowała następująco:

„Cel naukowy wynikający z niniejszej tezy to opracowanie metody oceny efektywności szkoleń kierowców w aspekcie zwiększenia bezpieczeństwa ruchu drogowego. Celami częściowymi pracy są opracowanie modelu matematycznego wykorzystującego parametry ruchu kluczowe z punktu widzenia bezpieczeństwa oraz weryfikacja metody z wykorzystaniem danych obiektywnych oraz subiektywnych.”

Doktorantka napisała wprawdzie wcześniej, że zdefiniowała problem badawczy, jednak w tekście pracy go nie zamieściła.

Doktorantka przeprowadziła przegląd literatury z zakresu będącego przedmiotem rozprawy, szkolenie na wybranej grupie kierowców z wykorzystaniem symulatora jazdy, dedykowanej platformy e-learningowej oraz specjalnie opracowanych testów i kwestionariuszy. Następnie zrealizowała badania eksperymentalne z wykorzystaniem symulatora jazdy oraz przeprowadziła analizę zebranych danych. W kolejnym kroku opracowała model matematyczny do oceny zachowania uczestnika służący dla określenia efektywności otrzymanego szkolenia na podstawie zarejestrowanych danych z symulatora. Dokonała weryfikacji opracowanego modelu oceny efektywności szkoleń kierowców dla zwiększenia bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Realizując cel pracy Doktorantka udowodniła sformułowaną tezę pracy.

Praca posiada zarówno poznawczy jak i użytkowy charakter: opracowania modelu oceny efektywności procesu szkoleń kierowców oraz zastosowania do oceny jakości i skuteczności szkoleń. Doktorantka zastosowała kilka metod badawczych, w tym: analizy, modelowania matematycznego, symulacji komputerowej oraz eksperyment symulacyjnego. Zaproponowany w pracy proces badawczy uważam za poprawny.

Zamieszczona w pracy literatura przedmiotu zawiera 164 pozycje w tym 119 publikacji w j. angielskim. Jedną spośród nich jest publikacją współautorską Doktorantki.

Elementami dysertabilnymi pracy są:

- opracowanie, w oparciu o wiedzę ekspercką oraz badania własne, autorskiego modelu wnioskowania rozmytego oceny zachowania kierującego podczas jazdy z systemem automatyzującym jazdę,
- realizacja oceny umiejętności kierującego na podstawie uzyskanych parametrów ruchu.

Rozwiązanie przedstawione przez Doktorantkę posiada duży potencjał badawczy i wdrożeniowy. Są to:

- zastosowanie modelu do oceny zachowania kierującego w przypadku korzystania z innych systemów wsparcia kierowcy,

- możliwość szczegółowej oceny parametrów kluczowych dla bezpieczeństwa ruchu drogowego, niemożliwych do oceny przez człowieka (np. dokładny czas reakcji na sygnał),
- możliwość oceny efektywności szkoleń z wykorzystaniem symulatorów jazdy poprzez wykorzystanie innych rejestrowanych parametrów ruchu,
- wykorzystanie nie tylko parametrów rejestrowanych przez symulator jazdy, ale także systemów akwizycji danych pomiarowych montowanych w h pojazdach.

3. Uwagi szczegółowe i uwagi do tekstu

Pewne wątpliwości budzą luki w opisie opracowanego modelu oceny efektywności kształcenia. Są to: dobór wielkości wejściowych, postać matematyczna użytych funkcji przynależności i ich parametryzacji, funkcja wyznaczania zapłonu poszczególnych reguł rozmytych, zastosowana metody defuzyfikacji (odpowiedź systemu).

Rozprawa, jest zredagowana i wydrukowana poprawnie, z bardzo nielicznymi błędami redakcyjnymi, stylistycznymi i językowymi, jednak jej lektura nasuwa kilka uwag.

Wątpliwości budzą opisy modelu rozmytego do oceny efektywności szkoleń kierowców: np. „wejście *liczba prób*”. Jest to zmienna wejściowa przyjmująca wartości lingwistyczne *wzorcowa, dopuszczalna, zbyt_duża*, opisane funkcjami przynależności do odpowiednich zbiorów rozmytych.

Niezrozumiałe są sformułowania użyte w tytułach rysunków 8.7, 8.8, 8.9, 9.3 i 9.4: „Funkcja zależności wartości wyjścia zachowanie sterownika od [...]”

Zastrzeżenia dotyczą również zamieszczonego wykazu literatury. W szczególności są to: pominięcie roku wydania w przypadku artykułów i monografii, a w przypadku stron internetowych – dat dostępu.

4. Wnioski końcowe

Podsumowując, stwierdzam, że pomimo przedstawionych uwag krytycznych, przedstawiona do oceny rozprawa doktorska pt.: „**Metoda oceny efektywności szkoleń kierowców w aspekcie zwiększenia bezpieczeństwa ruchu drogowego**” spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim w art. 187 ust. 1 i ust. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 poz. 742 ze zm.).

Doktorantka rozprawy mgr inż. Małgorzata Pełka wykazała się niezbędną wiedzą w zakresie dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport, rzetelnością badawczą oraz przygotowaniem do samodzielnej pracy naukowej.

Stawiam wniosek o przyjęcie i dopuszczenie rozprawy mgr inż. Małgorzaty Pełki do publicznej obrony przed Radą Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport.

