

dr hab. inż. Ewelina Sendek-Matysiak, prof. PŚk
Politechnika Świętokrzyska
Wydział Zarządzania i Modelowania Komputerowego
Katedra Technologii Informatycznych

Kielce, dnia 20 maja 2020 r.



RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Pauli Razin

pt. „Metoda oceny przejęcia kontroli sterowania przez kierowcę w pojazdach z warunkową
autonomizacją”

napisanej pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Iwony Grabarek

PODSTAWA FORMALNA RECENZJI

*Pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport
dr hab. inż. Konrada Lewczuka, prof. uczelni z dnia 12.04.2022 r.*

PODSTAWA PRAWNA RECENZJI

- *Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki¹.*
- *Ustawa z dnia 21 kwietnia 2017 r. o zmianie ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz niektórych innych ustaw².*
- *Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora³.*

¹ Dz. U. z 2016 r. poz. 882 i 1311

² Dz. U. z 2017 r. poz. 859

³ Dz. U. 2018 poz. 261, § 6.

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest szczegółowa ocena rozprawy doktorskiej w aspekcie spełnienia warunków stanowiących podstawę do nadania stopnia naukowego w dyscyplinie naukowej inżynieria lądowa i transport, tj. w zakresie ogólnej wiedzy teoretycznej, umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej i opracowania oryginalnego rozwiązania problemu naukowego.

Biorąc pod uwagę wymagania w/w Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz Ustawy z dnia 21 kwietnia 2017 r. o zmianie Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, przy ocenie przekazanej mi do recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Pauli Razin przyjął następujące kryteria:

- wybór przedmiotu badań i aktualność tematyki rozprawy,
- poprawność sformułowanych celów i tezy pracy,
- zasadność zastosowanej metodyki badań,
- poprawność układu pracy i struktury podziału treści,
- walory rozprawy, oryginalność i jej przydatność praktyczna,
- uwagi krytyczne,
- wnioski końcowe.

1.2. Wybór przedmiotu badań i aktualność tematyki rozprawy

Tematyka rozprawy doktorskiej mgr inż. Pauli Razin koncentruje się na problematyce automatyzacji transportu samochodowego, a w szczególności na zwiększeniu efektywności procesu przejęcia kontroli przez kierowcę w pojazdach z warunkową autonomizacją. Zagadnienie to jest aktualne z punktu widzenia zwiększenia bezpieczeństwa na drogach, zwiększenia wydajności systemu transportowego oraz zmniejszenia emisji zanieczyszczeń, przy stale wzrastającej liczbie samochodów poruszających się drogach.

Wzrost automatyzacji może prowadzić do zmniejszenia świadomości sytuacji drogowej u kierowców i upośledzić ich działanie w przypadku, gdy dojdzie do awarii bądź wystąpią ograniczenia systemu. Kluczowe zatem jest zwiększenie współpracy między kierowcą a systemem poprzez wskazanie najefektywniejszego sposobu informowania kierowców o konieczności przejęcia kontroli nad pojazdem. Co odbywać ma się za pomocą dedykowanych interfejsów wykorzystujących konkretne modalności.

Uważam zatem, że wybór przez Autorkę problematyki dotyczącej poprawności przejęcia kontroli przez kierowcę w pojazdach z warunkową autonomizacją jako przedmiotu badań należy uznać za w pełni uzasadniony, a sformułowanie tematu jako trafne.

Doktorantka na potrzeby rozprawy dokonała krytycznego przeglądu literatury z zakresu systemów autonomizujących kierowanie pojazdem, roli czynnika ludzkiego oraz roli i rodzajów bodźców w procesie przejmowania kontroli. W tym celu przedstawiła wybrane badania naukowe ukazujące wpływ stosowanych modalności na funkcjonowanie i zachowanie człowieka, a także obrazujące prace badawcze nad transferem kontroli w pojazdach zautonomizowanych. Z badań tych wynika, że nie można jednoznacznie ocenić, jaki rodzaj interfejsu jest najbardziej odpowiedni i bezpieczny. Pomimo wielu prowadzonych badań, naukowcy niejednokrotnie dochodzą do sprzecznych wniosków w powyższych zagadnieniach, stąd kontynuacja badań w tym zakresie wydaje się zasadna. W literaturze nie odnajduje się metody oceny przejścia kontroli sterowania przez kierowców z warunkową autonomizacją, uwzględniającej jednocześnie:

- badania symulatorowe, podczas których poprawność przejścia kontroli oceniana jest na podstawie czasu reakcji kierowcy na sygnały wysyłane przez samochód informujące o konieczności przejścia kontroli;
- badania ankietowe do oceny stopnia odczuwanego komfortu w trakcie przejmowania kontroli nad pojazdem;
- model heurystyczny wyrażony w postaci implikacji w obszarze logiki rozmytej.

Powyższe czynniki świadczą o celowości badań przeprowadzonych przez mgr inż. Paulę Razin. Dlatego należy stwierdzić, że istnieje potrzeba opracowania metody oceny przejścia kontroli sterowania przez kierowców w pojazdach z warunkową autonomizacją uwzględniającej jednocześnie ocenę poczucia komfortu oraz czas trwania transferu kontroli, co przyczyni się do wypełnienia luki badawczej w tej dziedzinie nauki i praktyki gospodarczej.

2. CELE I TEZA PRACY

Autorka sformułowała **tezę rozprawy**, jako:

„Badania na symulatorze jazdy oraz metody statystyczne i heurystyczne wykorzystujące dane eksperymentalne mogą być narzędziem do badania i oceny poprawności przejścia kontroli przez kierowcę w pojazdach z warunkową autonomizacją (na poziomie L3)\".

Dla udowodnienia postawionej tezy Autorka określiła merytoryczny cel pracy, tj.: „Zbadanie wpływu czynników zewnętrznych na zadanie przejścia kontroli przez kierowcę w przypadku konieczności wyłączenia systemu autonomizującego proces jazdy oraz opracowanie metody oceny poprawności wykonania czynności z tym związanych”.

Uważam, że główny cel rozprawy i problemy badawcze są sformułowane prawidłowo i logicznie oraz jednoznacznie określają kierunek i plan badań, adekwatnie do przyjętego zakresu badawczego rozprawy. W stopniu zadawalającym określiły one strukturę zarówno części teoretycznej, jak i empirycznej. Autorka przedstawiając, analizując i oceniając uzyskane w trakcie badań wyniki,

konsekwentnie dążyła do realizacji celu i rozwiązania przyjętych problemów badawczych, co ostatecznie osiągnęła.

Pewne wątpliwości może wykazywać poziom szczegółowości określonego celu. Autorka nie podała celów szczegółowych, które mogłyby rozwijać i dopełniać cel główny. Wówczas można by w większym stopniu uwzględnić aplikowanie opracowanej metody.

3. UKŁAD PRACY I STRUKTURA PODZIAŁU TREŚCI

Recenzowana rozprawa doktorska będąca przedmiotem oceny ma formę monografii naukowej i obejmuje:

- 115 stron tekstu zasadniczego,
- 21 tabel i 65 rysunków ponumerowanych, podpisanych i umieszczonych w tekście zasadniczym,
- literaturę obejmującą 122 krajowych i zagranicznych pozycji bibliograficznych, w tym: 107 w języku angielskim i 4 artykuły Autorki rozprawy (wszystkie współautorskie).

Treść zasadnicza rozprawy doktorskiej obejmuje wstęp, 3 rozdziały zasadnicze oraz podsumowanie. Ponadto zamieszczono w niej streszczenie w języku polskim i angielskim, słowa kluczowe, definicje podstawowych pojęć, wykaz ważniejszych skrótów, bibliografię, spisy tabel i rysunków.

Układ pracy i struktura podziału treści są poprawne, zgodne z koncepcją badawczą i wynikają z przyjętego celu i problemów badawczych. Materiał ilustrujący tekst dysertacji pozwala zrozumieć przedłożone rozważania, a załączony wykaz literatury jest znacznym materiałem bibliograficznym, świadczącym o dobrej znajomości problematyki będącej przedmiotem rozprawy doktorskiej.

Oceniając strukturę rozprawy stwierdzam, że jest ona poprawna i zgodna z przyjętą koncepcją badawczą. Autorka wykazała się nie tylko ogólną wiedzą teoretyczną w reprezentowanej dyscyplinie nauki, ale także dobrą znajomością przedmiotu badań oraz umiejętnością analitycznego spojrzenia na rozpatrywany problem.

Rozdział 1 recenzowanej rozprawy doktorskiej obejmuje Wstęp, podrozdział 1.1. pt. „Przesłanki podjęcia tematu” i 1.2. „Cel i teza rozprawy”.

Wstęp pracy w zwięzły sposób przedstawia podjętą tematykę rozprawy i jej ogólny układ. Zawiera on wyjaśnienie systemu HMI wykorzystywanego w pojazdach z warunkową autonomizacją, a także zasadność doboru odpowiednich interfejsów zapewniających jak największą efektywność współpracy między kierowcą a systemem. Omawiając podstawowe zagadnienia związane z automatyzacją transportu samochodowego, szczególną uwagę Doktorantka zwróciła na błędne zamienne stosowanie pojęć: autonomizacja i automatyzacja, jednocześnie wyjaśniając zakres i specyfikę każdego z nich.

W dalszej części rozdziału Autorka uzasadniła wybór tematyki rozprawy oraz precyzyjnie zdefiniowała jej cel naukowy tj. zbadanie wpływu czynników zewnętrznych na zadanie przejęcia kontroli przez kierowcę w przypadku konieczności wyłączenia systemu autonomizującego proces jazdy oraz opracowanie metody oceny poprawności wykonania czynności z tym związanych.

Sformułowała również tezę rozprawy, tj. badania na symulatorze jazdy oraz metody statystyczne i heurystyczne wykorzystujące dane eksperymentalne mogące być narzędziem do badania i oceny poprawności przejęcia kontroli przez kierowcę w pojazdach z warunkową autonomizacją (na poziomie L3). Wskazała, że realizacja celu badawczego wymagała przeprowadzenia przez Doktorantkę badań symulatorowych i ankietowych.

Drugi rozdział recenzowanej rozprawy doktorskiej Autorka poświęciła charakterystyce obszaru badawczego. W poprawny sposób przedstawiła pojęcie autonomizacji pojazdów dowodząc jednocześnie jej kluczową rolę w systemach transportowych. Wskazała również, jak ważnym aspektem w procesie autonomizacji jest czynnik ludzki, a przeprowadzony w tym zakresie przez Autorkę przegląd literatury wykazał, że wzrost automatyzacji może prowadzić do zmniejszenia świadomości sytuacji drogowej u kierowców i upośledzić ich działania w przypadku, gdy dojdzie do awarii bądź ograniczeń systemu. Ponadto, w dalszej części rozdziału Doktorantka scharakteryzowała różne modalności sensoryczne jakie wykorzystuje się w interfejsach komunikacji człowiek-maszyna i za pomocą których kierowcy są informowani o zmianach zachodzących podczas transferu kontroli nad pojazdem. Szczególną uwagę poświęciła tam pozycjom literatury dotyczącym różnic pomiędzy wpływem zastosowania poszczególnych modalności sygnałów na czas reakcji kierowców. Dokonując przeglądu literaturowego, Autorka wykazała, że nie można jednoznacznie ocenić, jaki rodzaj interfejsu jest najbardziej odpowiedni i bezpieczny. Różne warunki przeprowadzonych eksperymentów tj. liczebność grupy badawczej, typ i długość trasy, wygląd, położenie i sposób działania interfejsów, rodzaj zagrożenia czy niebezpiecznych sytuacji mogą wpływać na otrzymane wyniki, co powoduje, że nie zawsze pokrywają się one z wynikami wcześniejszych badań prowadzonych przez inne grupy naukowców.

Zatem opracowanie najlepszego sposobu przekazu informacji kierowcy o zagrożeniach i konieczności przejęcia kontroli ma ogromne znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa w ruchu drogowym i dlatego konieczne jest kontynuowanie badań w tym zakresie. Przegląd literatury wykazał, że do tej pory nie przeprowadzano badań poprawności przebiegu procesu przejęcia kontroli przez kierowcę z wykorzystaniem heurystycznych struktur rozmytych i uwzględniających równocześnie czas przejęcia kontroli nad pojazdem z warunkową autonomizacją oraz stopień komfortu odczuwanego przez kierowców w czasie tego procesu.

Trzeci rozdział zawiera opis opracowanej przez Autorkę metody oceny przejęcia przez kierowcę kontroli w pojazdach z warunkową autonomizacją. Proponowana przez Doktorantkę metoda wymagała od niej przeprowadzenia badań symulatorowych, podczas których poprawność przejęcia kontroli oceniana była na podstawie czasu reakcji kierowcy na sygnały wysyłane przez pojazd informujące o konieczności przejęcia kontroli oraz badań ankietowych w wyniku których otrzymała ocenę poczucia komfortu badanych podczas tego procesu.

Badania symulatorowe Doktorantka realizowała wg opracowanego przez siebie schematu przebiegu procedury badawczej, dzięki któremu poszczególne etapy badania realizowane były w ściśle określonej kolejności. Gwarantowało to, że żadna faza realizowanego przez Autorkę badania nie zostanie pominięta. Grupę badawczą stanowiło 30 kierowców, posiadających prawo jazdy co najmniej 2 lata, którzy kierują pojazdem co najmniej kilka razy w miesiącu oraz przejechali co najmniej 1 000 km w ciągu roku, w wieku od 20 - 64 lat. Właściwe przejazdy badawcze na symulatorze jazdy poprzedzone były za każdym razem realizacją scenariusza adaptacyjnego, w trakcie którego osoby badane mogły zapoznać się m.in. z mechanizmem sterowania przez co nabierały biegłości w obsłudze symulatora, z systemem obsługi transferu kontroli nad pojazdem zainicjowanym zarówno przez system autonomizujący, jak i przez użytkownika. Jak podaje Autorka realizacja takiego scenariusza trwała nieprzerwanie około kilkunastu minut. Następnie po wypełnieniu kwestionariusza Symptomów Choroby Symulatorowej i kilkunastominutowej przerwie, przeprowadzano przejazd badawczy według jednego z trzech scenariuszy (TOR1, TOR2, TOR3) wymagających od kierowcy przejęcia kontroli nad pojazdem, tj.

- prace drogowe, które obejmowały przebudowę drogi oraz objazd wyznaczoną trasą alternatywną (TOR1),
- dwa zdarzenia drogowe (TOR2, TOR3),

co zostało zaprezentowane na rysunkach 3.10-3.17.

Badane osoby informowane były o konieczności przejęcia kontroli za pomocą losowo przypisywanego rodzaju modalności (sygnał wizualny; sygnał wizualny i dźwiękowy; sygnał wizualny, dźwiękowy i haptyczny) i dany scenariusz badawczy przejeżdżały tylko raz, aby nie uzyskać niepożądanego efektu „uczenia się”, co mogłoby wpływać na wyniki końcowe. Badania symulatorowe Doktorantka przeprowadzała wykorzystując złożony i wysoce zaawansowany symulator samochodu osobowego ASI2000-6, który wyposażony był w pełnometrażową i w pełni funkcjonalną kabinę samochodu Opel Astra IV. Szczegółowy opis stanowiska badawczego oraz wykorzystywane w nim oprogramowanie Autorka zawarła w rozdziale 3.5.

Ostatnim etapem eksperymentu badawczego było, bezpośrednio po zakończeniu jazdy symulatorem, wypełnienie przez kierowców ankiety obejmującej 3 pytania, które dotyczyły ich oceny sytuacji przejęcia kontroli z trybu manualnego jazdy do trybu autonomicznego i odwrotnie oraz poczucia

bezpieczeństwa podczas jazdy w trybie autonomicznym. W tym celu Doktorantka wykorzystała ankietę z 20-stopniową skalą, która została utworzona na podstawie zmodyfikowanego arkusza NASA Task Load Index, co jest często wykorzystywanym narzędziem w tego typu badaniach.

W dalszej części rozdziału trzeciego Doktorantka szczegółowo omówiła kolejne etapy tworzenia modelu rozmytego do oceny poprawności przejęcia przez kierowcę kontroli w pojazdach z warunkową autonomizacją. Proponowany przez Autorkę kontroler rozmyty posiada dwa wejścia i jedno wyjście. Wejściami są odpowiednio: czas (czas przejęcia kontroli przez kierowcę nad pojazdem od momentu otrzymania powiadomienia do momentu zareagowania na ten komunikat – badania symulatorowe) oraz ocena (subiektywna ocena poczucia komfortu podczas transferu kontroli – badania ankietowe). Wyjście, które ma umożliwić ocenę poprawności procesu przejęcia kontroli określono parametrem poprawność. Dla wejścia „czas” Doktorantka wskazała trzy funkcje przynależności, dla wejścia „ocena” i wyjścia kontrolera – po cztery funkcje przynależności. Następnie dla każdej z tych funkcji wyznaczyła parametry krzywej normalnej opisującej dany stan i implementowała w kontrolerze rozmytym charakterystyki tych krzywych. Ostatecznie, na podstawie utworzonego kontrolera otrzymała funkcję zależności wyjścia „poprawność” od wejść, którą przedstawiła na Rys 3.23.

Wątpliwości może budzić, tak mała liczba parametrów wejściowych, jaką Doktorantka uwzględniła w proponowanym modelu. Warto jednak podkreślić, że sama Autorka zauważa zalety uwzględnienia kolejnych czynników takich jak: stan psychofizyczny kierowcy, doświadczenie itp., co według niej samej niewątpliwie pozwoliłoby pozyskać większą wiedzę odnośnie kształtowania analizowanego procesu. Zwraca przy tym uwagę, że proponowany przez nią model ma formę otwartą i można go rozszerzać o kolejne wejścia, co należy w przyszłości kontynuować.

Aplikacyjną część recenzowanej rozprawy doktorskiej Autorka zamieściła w **rozdziale czwartym**. Wyniki badań symulatorowych zostały zaprezentowane w podrozdziale 4.1. Dla przyjętych autorskich trzech scenariuszy badawczych (tj. TOR1, TOR2, TOR3) uzyskano różne czasy przejęcia kontroli nad pojazdem dla badanych kierowców i na podstawie których wyznaczono podstawowe statystyki tj. wartość minimalną, maksymalną, średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe, co zostało zaprezentowane w tabeli 4.1. Dodatkowo, średni czas reakcji na żądanie przejęcia kontroli Autorka przedstawiła za pomocą wykresu kolumnowego na rysunkach 4.1 i 4.2 i wykresu pudełkowego na rysunkach 4.3, 4.4, 4.5. W wyniku przeprowadzanej analizy Autorka zauważa, że efektywność przekazywania informacji za pomocą bodźców o różnej modalności jest zróżnicowana. Wskazała, że najkrótszy średni czas reakcji kierowcy uzyskano dla bodźców wizualnych połączonych z dźwiękowymi, natomiast najdłuższy dla bodźców wizualnych, niezależnie od rozważanego scenariusza.

Dodatkowo Doktorantka wyznaczyła wartość minimalną, maksymalną, średnią oraz odchylenie standardowe dla czasu zarejestrowanego od momentu pojawienia się komunikatu o ponowne włączenie trybu jazdy autonomicznej do jego uruchomienia, co Autorka przedstawiła w tabeli 4.3.

W podrozdziale 4.2. rozprawy doktorskiej Autorka przedstawiła wyniki subiektywnej oceny przejęcia kontroli z trybu autonomicznego do namulanego i odwrotnie z podziałem na wiek (<25 lat, 30-45 lat, >55 lat) oraz ze względu na doświadczenie w prowadzeniu pojazdu badanych osób (niedoświadczeni – kierujący aktywnie do 3 lat; doświadczeni – kierujący aktywnie powyżej 3 lat). Otrzymane wyniki zostały trafnie opisane i zaprezentowane w formie graficznej (Rys. 4.6 – 4.9). Z dokonanych obliczeń wynika, że najbardziej komfortowa sytuacja przejęcia kontroli to ta poprzedzona:

- sygnałem wizualnym i dźwiękowym – kierowcy doświadczeni,
- sygnałem wizualnym, dźwiękowym i haptycznym - kierowcy niedoświadczeni,
- sygnałem wizualnym, dźwiękowym i haptycznym - kierowcy do 25 roku życia jak i osoby w wieku 30-40 lat,
- sygnałem wizualnym i dźwiękowym – kierowcy powyżej 55 roku życia.

Wyniki badań ankietowych posłużyły również Doktorantce do przeprowadzenia oceny komfortu przejścia z trybu jazdy manualnej na jazdę autonomiczną, z której wynika że najlepiej czuły się podczas tego procesu kierowcy doświadczeni oraz mający powyżej 55 lat.

Otrzymane wyniki, zarówno z badań symulatorowych i ankietowych, Doktorantka wykorzystała do budowy modelu rozmytego, który zastosowała do oceny poprawności przejęcia przez kierowcę kontroli w pojazdach z warunkową autonomizacją. Wyniki analizy działania modelu dla całej grupy badawczej, z podziałem na kolejne grupy wiekowe oraz płeć Autorka zwizualizowała graficznie (Rys. 4.10 – 4.15) oraz tabelarycznie (Tabela 4.5 – 4.11). Zastrzeżenia co do tej części pracy może budzić zawartość Tabeli 4.4. Doktorantka nie precyzuje sposobu wyznaczenia prezentowanych w tabeli wartości, co utrudnia ich weryfikację.

Recenzowaną rozprawę doktorską kończy **podsumowanie i wnioski**, w którym Autorka przedstawiła osiągnięte wyniki, przeprowadziła analizę stopnia realizacji założonego celu pracy oraz dokonała oceny rozwiązania problemów badawczych i potwierdzenia postawionej tezy. W tej części pracy Doktorantka wskazała przydatność i zasadność stosowania zaproponowanej metody do określenia poprawności procesu przejmowania kontroli w pojazdach z warunkową autonomizacją i przedstawiła efekty uzyskane w rozprawie w wyniku przeprowadzonych rozważań. Autorka określiła także dalsze kierunki prac naukowych w tym obszarze.

Oceniając układ i treść recenzowanej rozprawy doktorskiej stwierdzam, że treść rozdziałów jest powiązana z tytułem pracy i stanowi rozwinięcie tezy badawczej, a także w pełni odpowiada sformułowanemu celowi pracy.

Przeprowadzone przez Doktorantkę badania mają istotne znaczenie zarówno naukowe, jak i aplikacyjne, a ich wyniki przyczynią się do poprawy sprawności przejęcia kontroli przez kierowcę w pojazdach z warunkową autonomizacją. W efekcie rozwiązywania problemów badawczych

postawionych w niniejszej rozprawie Doktorantka udowodniła postawioną tezę i osiągnęła cel badawczy wykorzystując nowatorską pod względem merytorycznym metodę badawczą.

Reasumując, stwierdzam, że efektem recenzowanej rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie zagadnienia wpływu czynników zewnętrznych na zadanie przejęcia kontroli przez kierowcę w przypadku konieczności wyłączenia systemu autonomizującego proces jazdy.

4. UWAGI KRYTYCZNE

Autorka recenzowanej rozprawy doktorskiej przygotowała tekst starannie i poprawnie pod względem językowym i stylistycznym. Wypowiedzi sformułowała w sposób jasny i jednoznaczny. Niestety nie ustrzegła się pewnych błędów redakcyjnych.

Zamieszczony materiał ilustrujący tekst pracy w postaci rysunków, tabel ułatwia śledzenie toku rozumowania Autora, niestety w niektórych przypadkach należy stwierdzić nieczytelność rysunków (np. Rys. 3.2, 3.3, 3.6), brak etykiet osi (np. Rys. 4.10, 4.11, 4.12), niepoprawne nazwy legend (Rys. 4.14). Ponadto, w recenzowanej pracy występują wykresy utworzone dla dwóch serii danych, które nie posiadają legendy (np. Rys. 4.8, 4.9), a podpisy niektórych rysunków są mało precyzyjne (np. Rys. 4.6, 4.7).

W recenzowanej rozprawie nie zachowano właściwych proporcji treści pomiędzy rozdziałami. Rozdział drugi obejmuje 54 strony, trzeci – 27, a czwarty – 16.

Brakuje w rozprawie objaśnienia, dlaczego wyniki badań symulatorowych podane są dla 26 osób mimo, że do badań zrekrutowano 30 kierowców.

Wątpliwości budzi również liczebność grupy badawczej – 30 osób. Każdy scenariusz badawczy w badaniach symulatorowych dla danego interfejsu HMI realizowało maksymalnie 10 osób i na podstawie otrzymanych dla nich wyników Doktorantka formułowała wnioski ogólne.

Z tabeli 4.4 wynika, że każda badana osoba, realizując każdy z trzech scenariuszy, była informowana o konieczności przejęcia kontroli za pomocą tego samego interfejsu HMI, czy był to efekt zamierzony? Może, aby uniknąć niepożądanego efektu „uczenia się”, kierowca powinien realizować wszystkie scenariusze dla różnych rodzajów modalności, tak aby miał możliwość reagować na każdy z trzech interfejsów.

Pomimo zgłoszonych uwag praca napisana jest poprawnie pod względem edytorskim, językowym i stylistycznym. Praca jest ciekawa, wartościowa i przydatna dla praktyki gospodarczej.

5. WALORY ROZPRAWY I JEJ PRZYDATNOŚĆ PRAKTYCZNA

Recenzowana rozprawa doktorska ma charakter teoretyczny i praktyczny. Autora stworzyła metodę oceny przejęcia kontroli sterowania przez kierowcę w pojazdach z warunkową autonomizacją, uwzględniając czas przejęcia kontroli nad pojazdem z warunkową autonomizacją oraz stopień komfortu

odczuwanego przez kierowców w czasie tego procesu. Opracowała procedury badań symulatorowych i ankietowych oraz modelowania z wykorzystaniem heurystycznych struktur rozmytych. Opracowany model zaimplementowała do programu komputerowego MATLAB Fuzzy Logic Designer umożliwiającego wskazanie najefektywniejszego sposobu informowania kierowców o konieczności przejęcia kontroli za pomocą dedykowanych interfejsów wykorzystujących różne modalności, a także różnice pomiędzy odbiorem informacji z interfejsów o różnej modalności w poszczególnych grupach wiekowych oraz wśród kobiet i mężczyzn. W ramach zaproponowanej metody Doktorantka poddała badaniu 30 kierowców, co pozwoliło na analizę oraz wybór najlepszego rozwiązania. Ponadto wskazała, że dotychczas w niewielkim i niepełnym zakresie opisywano i zdefiniowano pojęcie poprawności przebiegu procesu przejęcia kontroli nad pojazdem z warunkową autonomizacją.

Jako najważniejsze oryginalne osiągnięcie przedstawione przez mgr inż. Paulę Razin należy uznać:

- Opracowany schemat badań, dający możliwość osiągnięcia celu i problemów badawczych sformułowanych w rozprawie.
- Identyfikację czynników wpływających na poprawność przejęcia kontroli przez kierowcę w pojazdach z warunkową autonomizacją.
- Zastosowanie Autorskiego modelu obliczeniowego do wyboru najefektywniejszego sposobu informowania kierowców o konieczności przejęcia kontroli za pomocą dedykowanych interfejsów wykorzystujących konkretne modalności.

Wartość naukowa i praktyczna przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej nie budzi moich wątpliwości. Praca zawiera wiele oryginalnych treści nigdzie nie publikowanych, które mogą posłużyć do wdrożenia odpowiednich systemów w nowopowstających zautonomizowanych pojazdach.

Zaproponowana metoda oceny przejęcia kontroli sterowania przez kierowcę w pojazdach z warunkową autonomizacją pozwala na wybór wariantu modalności ze względu na czas trwania transferu kontroli oraz subiektywną ocenę poczucia komfortu podczas transferu kontroli od pojazdu do kierującego i ma charakter uniwersalny.

Wyniki rozprawy przyczynią się do poszerzenia wiedzy z zakresu autonomizacji pojazdów. Na podstawie opracowanej metody oraz przeprowadzonych analiz możliwe jest badanie czasu przejęcia kontroli nad pojazdem z warunkową autonomizacją oraz stopnia komfortu odczuwanego przez kierowców w czasie tego procesu, do oceny poprawności przejęcia kontroli nad pojazdem w sytuacji tego wymagającej.

6. WNIOSKI KOŃCOWE

Zaproponowana przez Autorkę metoda oceny przejęcia przez kierowcę kontroli w pojazdach z warunkową autonomizacją pozwoliła na opracowanie koncepcji badań eksperymentalnych (symulatorowych i ankietowych) oraz zbioru parametrów, dzięki którym możliwe było określenie

czynników wpływających na poprawność przejęcia przez kierujących kontroli. Otrzymane wyniki badań eksperymentalnych Doktorantka wykorzystała do budowy autorskiego modelu opartego na teorii logiki rozmytej, co pozwoliło na kompleksowe podejście do tematu i optymalnego wykorzystania ograniczonej wielkości zbioru danych. Zastosowanie przez Autorkę metody heurystycznej w postaci logiki rozmytej umożliwiło jej opracowanie metody, w której należy wziąć pod uwagę nie tylko parametry obiektywne tj. czas przejęcia kontroli, ale także poczucie komfortu kierowcy podczas tego procesu.

Recenzowana rozprawa jest cennym przyczynkiem teoretycznym i praktycznym do opracowania metodyki poprawności przejęcia kontroli sterowania pojazdem z warunkową autonomizacją.

Podsumowując recenzję niniejszej rozprawy doktorskiej stwierdzam, że:

- wybór tematu rozprawy doktorskiej jest właściwy,
- przyjęta teza rozprawy została udowodniona, a wyznaczony cel rozprawy został osiągnięty,
- rozprawa zawiera oryginalne myśli i sformułowania stanowiące własny dorobek naukowy autorki i wnoszące nowe elementy do problematyki autonomizacji pojazdów,
- praca spełnia formalne, metodyczne, merytoryczne i kwalifikacyjne kryteria stawiane rozprawom doktorskim,
- Autorka wykazała się wiedzą i dobrą znajomości problemu, odpowiednim poziomem wiedzy teoretycznej w reprezentowanej dyscyplinie nauki, zdolnością do analitycznego spojrzenia na rozpatrywany przedmiot badań oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia przez nią pracy naukowo-badawczej,
- dobrała i właściwie wykorzystała dostępną literaturę naukową oraz wykazała się umiejętnością rozwiązywania problemów naukowych.

Reasumując stwierdzam, że Rozprawa doktorska mgr inż. Pauli Razin pt. „Metoda oceny przejęcia kontroli sterowania przez kierowcę w pojazdach z warunkową autonomizacją” spełnia warunki i wymagania przewidziane w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z późniejszymi zmianami. Wnoszę zatem o przyjęcie opracowania przedstawionego do recenzji jako rozprawy doktorskiej dr inż. Paul Razin na stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport i dopuszczenie jej Autorki do publicznej obrony.

Ewelina Sendek-Matysiak

