

Prof. dr hab. inż. Stanisław Radkowski
Instytut Pojazdów i Maszyn Roboczych
Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych
Politechniki Warszawskiej
emeryt

Warszawa, 15.12.2024r

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Gnacy-Gajdzik pt.

„ Opracowanie metodyki tworzenia zautomatyzowanych testów systemów wbudowanych w pojazdach samochodowych, umożliwiającej weryfikację poprawności wyników z wykorzystaniem algorytmów rozszerzonej inteligencji ”;
przygotowanej pod kierunkiem promotora – dr. hab.inż Piotra Przystalki prof. PŚ oraz opiekuna ze strony przedsiębiorcy dra inż Wojciecha Sebzdy.

1. Podstawa prawna sporządzenia recenzji

Recenzja została sporządzona w związku z powołaniem przez Radę Naukową Inżynierii Mechanicznej Politechniki Śląskiej do pełnienia funkcji recenzenta w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora Pani mgr. inż. Anny Gnacy-Gajdzik.

Zgodnie z art. 13 ust. 1 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki (t.j. Dz.U. 2017 poz. 1789, dalej jako: u.s.n.), mającego zastosowanie w sprawie w związku z art. 175 ust. 1 Przepisów wprowadzających ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z 3.7.2018 r. (Dz.U. 2018 r. poz. 1669), recenzent ocenia, czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz dowodzi ogólnej wiedzy teoretycznej doktoranta w zakresie inżynierii mechanicznej, a także umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej

Zgodnie z art. 12 ust. 1 kryteria formalne to: posiadanie tytułu zawodowego magistra inżyniera zdane egzaminy doktorskie, przedstawiona i obroniona rozprawa doktorska. Kryteria te są poza

Biuro Dziekana

wpłynęło dnia 16.12.2024
RDJMe / 274/51/2024
nr zał.

zakresem oceny dokonywanej przez recenzenta w przewodzie doktorskim, którego uwaga winna się koncentrować na ocenie rozprawy doktorskiej.

Natomiast kryterium merytoryczne, uzasadniające nadanie stopnia doktora, dotyczy właśnie rozprawy doktorskiej. Przede wszystkim powinna ona stanowić **oryginalne rozwiązanie problemu naukowego** (co znajduje wyraz w postawionej w niej tezie lub tezach szczegółowych), dowodzić **ogólnej wiedzy teoretycznej** doktoranta w zakresie inżynierii mechanicznej, a także **umiejętności prowadzenia samodzielnie pracy naukowej**.

Z perspektywy tych właśnie kryteriów zostanie oceniona rozprawa doktorska przedstawiona przez Kandydatkę. Praca liczy 145 stron, w tym spis treści oraz oraz zawierającą 198 pozycji bibliografię, spis ilustracji i spis tabel. Dodatkowo zamieszczono streszczenie tak w języku polskim jak i angielskim.

Wysiłek wkładany w przez Kandydatkę w przygotowanie rozprawy doktorskiej ma na celu weryfikację trafności hipotezy badawczej, bowiem jej trafność potwierdza spełnienie podstawowego kryterium oceny pracy doktorskiej

– dowodzi zidentyfikowania, w tym przypadku, znalezienia nowatorskiego rozwiązania.

Mając na uwadze obecny stan wiedzy w tym zakresie należy uznać, że cele rozprawy sformułowane przez Autorkę są poprawne, a tematyka pracy ma duże znaczenie naukowo-poznawcze i aplikacyjne.

2. Ogólna ocena rozprawy

Opiniowana praca składa się z sześciu rozdziałów, streszczeń. Układ treści, podział na rozdziały, sformułowanie celu rozprawy oraz wniosków końcowych są czytelne i logiczne.

Autorka podejmuje zagadnienia metodyki tworzenia zautomatyzowanych testów dla systemów wbudowanych w pojazdach samochodowych, zwracając uwagę na wykorzystania algorytmów rozszerzonej inteligencji do weryfikacji poprawności wyników badań. W pracy przedstawiono możliwość rozwiązania odwołującego się do modelu pojazdu i prowadzenia diagnostyki występowania niepoprawności i anomalii w środowisku testowym z zastosowaniem wspomnianych algorytmów rozszerzonej inteligencji.

W rozdziale pierwszym przedstawiono podejmowany w pracy problem, wskazując na możliwość wykorzystania sztucznej inteligencji w testowaniu układów wbudowanych. W rozdziale drugim Autorka skupiła się na zagadnieniach związanych z przemysłem samochodowym, w szczególności przeprowadza przegląd rodzajów napędów stosowanych w pojazdach samochodowych ze wskazaniem użytych w nich elementów mechatronicznych, równolegle przywołując normy i standardy, które mają wpływ na projektowanie i testowanie

wspomnianych układów. Dodatkowo w omawianym rozdziale rozwinięto zagadnienia związane z inżynierią wspartą modelami, poczynając od projektowania z uwzględnieniem zagadnień testowania, z podkreśleniem znaczenia testów w procedurach weryfikacji i walidacji bezpieczeństwa samochodowych układów mechatronicznych. Zwracając szczególną uwagę na metodykę projektowania sterowania i problem automatyzacji testów, kolejny rozdział poświęcono zagadnieniom rozszerzonej inteligencji, przedstawiając podstawowe pojęcia związane ze sztuczną inteligencją i konceptem rozszerzonej inteligencji. Całość tych zagadnień opiera się na analizie literatury z tego obszaru, ze szczególnym uwzględnieniem tematyki rozprawy, zagadnień diagnostyki i testowania systemów wbudowanych.

Autorka podejmuje zagadnienia metodyki tworzenia zautomatyzowanych testów dla systemów wbudowanych w pojazdach samochodowych, zwracając uwagę na wykorzystania algorytmów rozszerzonej inteligencji do weryfikacji poprawności wyników badań. W pracy przedstawiono możliwość rozwiązania odwołującego się do modelu pojazdu i prowadzenia diagnostyki występowania niepoprawności i anomalii w środowisku testowym z zastosowaniem wspomnianych algorytmów rozszerzonej inteligencji.

W rozdziale czwartym przedstawiono koncepcję metodyki aplikacji systemów wbudowanych, Uwzględniając weryfikację wyników testów odnośnie zastosowania rozszerzonej inteligencji, przedstawiono koncepcję stanowiska testowego. Pozwala ona na przeprowadzenie symulacji warunków pracy systemów budowlanych i ich precyzyjne testowanie a dodatkowo daje możliwość wykorzystania danych uzyskanych w tym środowisku do testowania algorytmów rozszerzonej inteligencji. Szczególną uwagę zwrócono na możliwość selekcji zmiennych istotnych w analizie ryzyka, opracowanie reguł oraz przetwarzanie zgromadzonych danych. Dodatkowo omówiono proces walidacji rezultatów testów wykorzystujących algorytmy rozszerzonej inteligencji.

W rozdziale piątym przedstawiono badania weryfikacyjne, w szczególności plan zadań odwołujący się do budowy i zasad działania systemu wybudowanego wybranego do badań oraz zakres i sposób implementacji stanowiska badawczego.

W kolejnym, ostatnim rozdziale, Autorka podsumowuje wyniki badań, przedstawiając główne wnioski oraz kreśląc kierunki dalszych badań i analiz w celu pełnego wykorzystania opracowanej metodyki przez firmę Draxmayer w przeznaczonych do tego pojazdach samochodowych.

Szczególną uwagę w pracy zwrócono na zagadnienia normalizacji i standaryzacji rozwiązań dotyczących systemów wbudowanych w szczególności realizacji zaleceń wybranych norm (w szczególności iso 26 262), które określają kolejne fazy rozwoju tych systemów w tym zakres zapewnienia bezpieczeństwa tych systemów, jeśli chodzi o zagrożenie zdrowia i życia ludzkiego.

Istotne znaczenie jest przypisywane możliwości zastosowania tak zwanych testów migoczących, których zastosowanie umożliwia rozwiązanie wielu problemów z tym kwestia podważania zaufania do testów, co może spowodować zaburzenia w wykrywaniu rzeczywistych błędów. W związku z tym szczególną uwagę należy zwrócić na wykrywanie tego typu zjawisk. W tej części pracy wskazuje się na możliwość projektowania odwołującego się do wykorzystania modeli, ze szczególnym wskazaniem przemysłu samochodowego. Autorka szczegółowo analizuje poszczególne etapy poczynając od analizy wymagań klientów, ich realizacji, projektowania architektury systemów, określenia struktury systemu i relacji między jego elementami, utworzenia klas i badania konkretnych opcji funkcjonalności. Wskazuje na znaczenie testów odwołujących się do modeli, podkreślając znaczenie optymalizacji projektowanych systemów oraz wpływ tych procedur na poprawę ich działania.

W pracy zwrócono uwagę na zastosowanie algorytmów sztucznej inteligencji w zadaniu automatyzacji testów wbudowanych systemów w pojazdach samochodowych. Dodatkowo przedstawiając metody wsparte modelowo, wskazano na możliwość usprawnienia procesów testowania realizacji specyficznych wymogów układów wbudowanych, co jest szczególnie istotne w przemyśle motoryzacyjnym. Wychodząc naprzeciw tym wyzwaniom zaproponowano modyfikację środowiska testowego z wykorzystaniem modelu pojazdu, co pozwoliło zbadać wpływ mechaniki i dynamiki pojazdu na testowane funkcje systemu wbudowanego. Oceniono skuteczność dwóch proponowanych algorytmów rozszerzonej inteligencji- pierwszego, w którym wykorzystano rekurencyjne sieci neuronowe oraz drugiego wykorzystującego popularne algorytmy służące do wykrywania anomalii przez porównanie uzyskanych wyników.

Potwierdzono że obydwa rozwiązania skutecznie identyfikują anomalie w środowisku testowym będące przyczyną występowania efektów migotania. Wyniki rozprawy stanowią istotny wkład w podnoszenie niezawodności systemów wbudowanych a w szczególności w optymalizację procesu testowania. Wskazują na możliwość zastosowania modelu pojazdu jako modularnego oraz konfiguracyjnego elementu środowiska testowego, co pozytywnie wpływa

na jakość systemów wbudowanych, zwiększając ich efektywność i wiarygodność, umożliwia efektywną weryfikację poprawności wyników testów z wykorzystaniem algorytmu rozszerzonej inteligencji.

3. Uwagi szczegółowe i zapytania

Przedstawiona do recenzji rozprawa, jak już wspomniałem, jest obszernym przedstawieniem szeregu istotnych zagadnień ważnych dla dalszego rozwoju systemów wbudowanych w pojazdach samochodowych. Takie ujęcie pozwala Autorce dodatkowo analizować przyjęte rozwiązania i formułować wnioski co do dalszych prac i kierunków badań.

Równocześnie w trakcie czytania rozprawy pozwala sformułować również kilka uwag. Mimo wielowątkowej struktury pracy, Autorka zachowała przejrzystą redakcję tekstu. Proponuję jednak, przed ostateczną redakcją tekstu dokonać ostatecznej korekty tekstu, by wyeliminować błędy gramatyczne jak np : str131, podrozdział 6.3 „drugi akapit - "Zaproponowany modelu pojazdu...". Inny przykład z tego samego akapitu-”modelu numerycznego pojazdu...” ,chodzi pewnie o „numerycznego modelu pojazdu..”?

Inny rodzaj pytań wywołuje opis, zaproponowanego w pracy rozwiązania odwołującego się do zastosowanie w procedurze testowania wbudowanych sytemów, uprzednio opracowanego modelu pojazdu. Autorka zastrzega się, że jest to model uproszczony. Jest to zupełnie zrozumiałe, pytanie czy wspomniane uproszczenia zbytnio nie zaburzają istoty zadania?

Wątpliwości budzi wzór (2.2) określający siłę oporu aerodynamicznego.

Przed wszystkim siła oporu powietrza ma kierunek przeciwny do kierunku prędkości, to powinno być sygnalizowane znakiem minus we wspomnianym wzorze. Dodatkowo wiatr również może być sprzyjający bądź mieć przeciwny kierunek, co powinno być uwzględnione we wspomnianym wzorze, choćby ze względu na ostateczny skutek. Również nie da się pominąć zmian kierunku wiatru względem kierunku jazdy pojazdu. Najprostszy komentarz wyjaśniający byłby tu mile widziany.. Generalnie taki przegląd wszystkich zamieszczonych w pracy wzorów, pozwoliłby opisać każdą fizyczną wielkość i uzupełnić odpowiadające jej jednostki fizyczne bądź wymiar.

Na koniec jeszcze jedno pytanie: czy przyjęte rozwiązania są możliwe do zaakceptowania przy

wykorzystaniu zaproponowanego w pracy podejścia w postaci układów wbudowanych bez określenia wpływu losowości przez pominięcie modeli probabilistycznych?

4.Końcowa ocena pracy

Oceniając całość przedstawionej rozprawy należy podkreślić istotną wagę poznawczą i techniczną głównego problemu pracy Autorka w głównej mierze skupiła się nad opracowaniem metody adaptacji modeli wbudowanych, co w pełni wyczerpuje zakres rozprawy doktorskiej. Takie ujęcie pozwala całkowicie ocenić poprawność przyjętej metodyki postępowania, przeprowadzić analizę i zweryfikować otrzymane wyniki.

Zagadnienie zostało rozwiązane samodzielnie, a uzyskane rezultaty mogą być w znacznej części wykorzystane bezpośrednio w postaci rozwiązań aplikacyjnych. Stanowią również przesłankę do dalszych badań metodycznych. Rozwiązując zadanie określone w pracy Autorka wykazała się dobrą znajomością i wyczuciem problemów technicznych i rzetelną wiedzą. Połączenie tej ze znajomością metod prowadzenia badań laboratoryjnych umożliwiło Doktorantce rozwiązanie interesującego zadania naukowego-badawczego.

Szczególne wagę ma połączenie badań laboratoryjnych, z aplikacją , bowiem wskazuje na możliwość wdrożenia uzyskanych wyników rozprawy.

Na uwagę zasługuje zakres prac badawczych, które umożliwiły opracowanie recenzowanej rozprawy doktorskiej, oryginalność rozwiązania istotnego zagadnienia naukowego-badawczego, co stanowi potwierdzenie ogólnej wiedzy Doktorantki w zakresie inżynierii mechanicznej, a tym samym potwierdza umiejętność samodzielnego prowadzenia przez Nią pracy badawczej. Stąd, przedłożona rozprawa może służyć za podstawę do rozpatrzenia wniosku o nadanie Kandydatce stopnia doktora nauk technicznych. Wobec spełnienia wszystkich wymogów ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce stawiam wniosek o dopuszczenie mgr. inż. Anny Gnacy-Gajdzik do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Prof. S. Radkowski

/podpis odręczny/

*wyłączenie jawności w zakresie danych osobowych oraz ochrony prywatności osoby fizycznej na podstawie art. 5 ust. 2 ustawy z dnia 6 września 2001 r. o dostępie do informacji publicznej (tj. Dz.U. z 2016 r., poz. 1764)