

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Dąbrowski
Instytut Podstaw Budowy Maszyn
Politechniki Warszawskiej

Warszawa, dn. 01.06.2022 r.

Opinia o rozprawie doktorskiej Pan mgr. inż. Bogusława Nowaka

pt. „Wykrywanie przejazdu pojazdu szynowego na podstawie zarejestrowanych sygnałów drganiowych”

1. Wprowadzenie

Zagadnienie bezpieczeństwa ruchu kolejowego jest bezspornie jednym z najistotniejszych współczesnych zagadnień technicznych. W tym szczególnie istotne jest zachowanie bezpieczeństwa przejazdów kolejowych. Jest rzeczą oczywistą, że prawidłowe sterowanie ruchem na przejazdach wymaga posiadania pewnej(!) informacji o położeniu i prędkości zbliżającego się pociągu. Informację taką można pozyskać dzięki obserwacji zewnętrznej lub prowadzonej „wewnątrz” obiektu (różnymi technikami) i przekazaniu tej informacji do punktu podejmowania decyzji.

Teoria niezawodności mówi o wielokrotnym zwiększaniu pewności informacji przez działanie systemów równoległych, które powinny być od siebie niezależne zarówno ze względu na „fizykę” sygnału, jak i formę przekazu. W tym kontekście propagowany przez szynę sygnał drganiowy ma niewątpliwe zalety. Po pierwsze jest generowany zawsze, gdyż generatorem jest sam poruszający się pojazd a nie dowolny przyrząd obserwacyjny (czujnik). Po drugie generowany jest przez cały czas ruchu. Po trzecie przenoszenie sygnału jest w wysokim stopniu niezawodne (trzeba by przerwać tory, by przerwać transmisję).

Oczywiście istnieją i wady. Wymagane jest stosunkowo skomplikowane urządzenie (system) odbiorcze pozwalające na poprawną interpretację. Niemniej jednak system wykrywania przejeżdżającego pociągu na podstawie rejestracji i analizy drgań toru może stanowić cenne uzupełnienie systemów sterowania ruchem i z tego względu tematykę rozprawy uważam za właściwą i zgodną z aktualnymi potrzebami

techniki

POLITECHNIKA ŚLĄSKA
Rada Dyscypliny
Inżynieria Lądowa i Transport

2. Omówienie pracy

Przedstawiona do oceny praca jest stosunkowo obszerna. Liczy 163 strony wraz z bibliografią zawierającą 164 pozycje (którą można uznać za wybraną poprawnie) i licznymi rysunkami i tabelami dokumentującymi uzyskane rezultaty. Autor rozpoczyna rozważania od stosunkowo obszernego omówienia problematyki bezpieczeństwa ruchu, by na stronie 19 powołując się na scharakteryzowany uprzednio stan wiedzy, postawić tezę rozprawy mówiącą, że; istnieje możliwość wykrycia przejazdu pojazdu szynowego na podstawie zarejestrowanych sygnałów drganiowych i zamierza wykazać, słuszność tej tezy realizując 2 cele:

- 1° Opracowanie metody wykrywania zbliżającego się pojazdu szynowego przez analizę sygnałów drganiowych;
- 2° Weryfikacja i ocena skuteczności oraz efektywności zaproponowanej metody w zastosowaniu praktycznym.

Cele te uzupełnia zadaniem wdrożenia uzyskanych rezultatów w formie systemu detekcji.

Następnie Autor przedstawia obszerny plan złożonego eksperymentu zawierający badania wybranych elementów infrastruktury kolejowej oraz badania identyfikacyjne w warunkach rzeczywistych.

W rozdziale trzecim Kandydat omawia systemy bezpieczeństwa stosowane aktualnie w transporcie kolejowym, a w rozdziale czwartym charakteryzuje aktualną wiedzę dotyczącą badań drgań generowanych przez pociągi.

Rozdział piąty poświęcono wyliczeniu najczęściej stosowanych w analizie sygnałów miar sygnałów drganiowych.

Opisaną część rozprawy należy uznać za szczegółowe (54 strony) wprowadzenie. Od rozdziału szóstego, w którym omówiono zaplanowane eksperymenty rozpoczyna się wykazanie słuszności postawionej tezy na drodze doświadczalnej. Materiał doświadczalny jest bardzo obszerny. Autor zastosował metodę prezentowania uzyskiwanych wyników wraz z każdorazowym komentarzem, co powoduje, że środkowa część rozprawy wygląda jak atlas wyników pomiarów. Takie

4. Ocena końcowa

Podana przeze mnie uwaga wynika z zainteresowania zdaniem Autora w wymienionej kwestii i w niczym nie zmienia **zdecydowanie wysokiej oceny rozprawy**. Pan mgr inż. Bogusław Nowak zaplanował i przeprowadził trudny i pracochłonny eksperyment, w efekcie którego zaproponował system predykcji sygnalizujący zbliżanie się pociągu na podstawie rejestracji przyspieszeń drgań toru, mający oczywiste znaczenie użytkowe. Tym samym **wyказаł się w pełni predyspozycjami do pracy badawczej** i wiedzą w zakresie wibroakustyki systemu pociąg-tor.

Konkluzja

Uważam, że praca pt. „Wykrywanie przejazdu pojazdu szynowego na podstawie zarejestrowanych sygnałów drganiowych” **spełnia wymogi Ustawy i stawiam wniosek o dopuszczenie mgr. inż. Bogusława Nowaka do publicznej obrony.**

postępowanie z jednej strony bardzo utrudnia szybkie czytanie rozpraw, lecz z drugiej strony zmusza czytelnika do chociażby pobieżnego zapoznania się z wynikami, co zapewne by nie nastąpiło, gdyby prezentowane wykresy zgromadzić w załączniku.

W rozdziale szóstym Autor opisał przeprowadzone 3 grupy badań, to znaczy:

- 1) badania wstępne na torze testowym w Politechnice Śląskiej;
- 2) badania rozpoznawcze w warunkach terenowych na stacji Jawor;
- 3) badania w warunkach rzeczywistych w otoczeniu przejazdów kolejowych dla różnych typów pociągów.

Zbiór badań należy uznać za obszerny i całościowy.

Następne rozdziały dotyczą zbadania i wyboru najlepiej zdaniem Autora sprawdzającej się miary detekcji i parametrów analizy (głównie długości „okien” czasowych).

W rezultacie Autor dokonując licznych zestawień i porównań wybrał najlepsze jego zdaniem estymaty i wykonał demonstrator systemu predykcji wykorzystując różne miary, w tym tak zwany estymator dynamiczny znormalizowany do przedziału 0, 1 uzyskując w pełni zadowalający rezultat.

Tym samym Autor dowiódł słuszności postawionej tezy.

3. Uwagi krytyczne i zapytania

1° Autor wykazał na drodze eksperymentalnej użyteczność tak zwanej „miary dynamicznej” i podał informację, że miara ta jest wrażliwa na efekty nieliniowe. Dlaczego? Przecież ta miara to suma iloczynów wartości dyskretnych widma przez częstotliwości, czyli odpowiednik całki w zapisie ciągłym. Rozumiem, że nieliniowość zmienia strukturę częstotliwościową, ale całkowanie uśrednia ten efekt.

2° zmieniłbym nieco sformułowanie drugiego celu rozprawy, gdyż „efektywność” i „skuteczność” to są synonimy.