

Prof. dr hab. inż. Ewaryst Tkacz
Politechnika Śląska,
Wydział Inżynierii Biomedycznej,
Katedra Biosensorów i Przetwarzania
Sygnałów Biomedycznych

Zabrze, 12.12.2023 r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Tytuł rozprawy : „**Nowatorska metoda optymalizacji transmisji danych dla ubieralnych systemów akwizycji ruchu**”

Autor rozprawy : **Mgr inż. Michał PIELKA**

Promotor rozprawy : **Prof. dr hab. inż. Zygmunt Wróbel**

Promotor pomocniczy: Dr Paweł Janik

1. Cel, zakres i charakter rozprawy

Recenzowana rozprawa doktorska dotyczy opracowania nowatorskiej metody optymalizacji transmisji danych dla ubieralnych systemów akwizycji ruchu. Muszę przyznać, że niniejsza praca znakomicie wpisuje się w spektrum moich zainteresowań, gdyż do niedawna kierowałem pracami projektu dotyczącymi konstrukcji ubioru dla sportowca umożliwiającego przewidywanie ewentualnych kontuzji. Autor rozprawy pan mgr inż. Michał Pielka pokusił się o wyraźne określenie celu rozprawy, który brzmi: ...” opracowanie algorytmu teletransmisyjnego, który pozwala zarówno ograniczyć zapotrzebowanie energetyczne sensora radiowego, jak również zoptymalizować jego parametry teletransmisyjne...”. Autor dalej pisze, że realizacja tego postawionego celu rozprawy wymagała opracowania i wytworzenia autorskiej bazy sprzętowej, w której następnie zaimplementowano i zweryfikowano algorytm sterujący.

Muszę uczciwie przyznać, iż odczuwałem wielką satysfakcję z lektury przedstawionymi do recenzji rozprawy doktorskiej. Zawiera ona bowiem coś co postrzegam jako niezwykle istotny element pracy naukowej inżyniera, a mianowicie część teoretyczną zaopatrzoną w bogaty przegląd literatury (164 pozycje) oraz część praktyczną, prezentującą w wystarczającym stopniu dojrzałość inżynierską autora rozprawy. W moim odczuciu fakt ten wymaga szczególnego podkreślenia i docenienia, gdyż działalność projektowa czy inżynierska wykonywana na przysłowiową półkę, to nie jest to co powinno być właściwym miernikiem efektów. Praca inżyniera to projektowanie, a zatem w pewnym sensie również tworzenie, czy kreowanie nowych rozwiązań technologicznych, nowych efektów do wykorzystania czy wreszcie nowych aplikacji. Konkludując ten podrozdział mojej recenzji, uważam podjętą tematykę przez autora dysertacji za niezwykle aktualną i potrzebną. Będę się w związku z tym starał, właściwie tę aktualność ocenić i docenić.

Zwyczajowo w takich przypadkach, należy dodać kilka uwag odnośnie struktury pracy doktorskiej. Zawiera ona 8 rozdziałów, jeden dodatek oraz szereg spisów, takich jak: bibliografia, spis rysunków oraz spis tabel, definicje i Słownik skrótów i na zakończenie

Słownik użytych symboli. Taka struktura pracy, w subiektywnej ocenie recenzenta stanowi o niezwykle profesjonalnym podejściu do realizacji założonych w rozprawie celów, które pozwoliłem sobie wcześniej przytoczyć.

Autor rozprawy ponadto sformułował jedną tezę główną, która brzmi: "... sterowanie transmisją radiową oparte na analizie danych uzyskanych ze zintegrowanego sensora MEMS pozwala na ograniczenie zużycia energii przez sensor inteligentny oraz optymalizację radiowego ruchu sieciowego...". Dodatkowo doktorant postawił 2 tezy szczegółowe, a mianowicie:

- agregacja bądź ograniczenie danych i sterowanie częstotliwością przesyłania ramek danych pozwala na redukcję poboru energii przez sensor inteligentny oraz redukcję ruchu sieciowego
- korelacja dynamiki ruchu motorycznego z ilością przesyłanych danych z sensorów umożliwia zmniejszenie obciążenia sieci bez utraty jakości odwzorowania tego ruchu.

Realizacja 2 przytoczonych powyżej też szczegółowych, czyli ich weryfikacja wymagała badań, w ramach których wytworzono bazę sprzętową i zaimplementowano w niej wielopoziomowy oprogramowanie wbudowane na poziomie sensora inteligentnego będącego węzłem sieci oraz oprogramowanie serwerowe. Potwierdzenie słuszności postawionych tez ma spore znaczenie, w moim odczuciu, dla rozwoju systemów do akwizycji ruchu motorycznego wykorzystujących radiową transmisję danych oraz zintegrowane sensory inercyjne (IMU), które z kolei mają liczne zastosowania w inżynierii biomedycznej.

2. Zawartość rozprawy

Rozprawa doktorska mgr inż. Michała Pielki jest 150 stronicowym opracowaniem precyzyjnie określonego tematu i składa się z 8 rozdziałów obejmujących po kolei: **cel i strukturę oraz tezy rozprawy, technologie sprzętowe w interfejsach analizy ruchu, zastosowanie technologie i protokoły komunikacyjne, metody wyznaczania i reprezentacji rotacji w przestrzeni**. Te cztery rozdziały dotyczą części teoretycznej, po której następuje część praktyczna obejmująca: **system rehabilitacyjny do monitorowania ruchów tułowia, system do akwizycji ruchu ciała z adaptacyjnym algorytmem kontroli transmisji radiowej, system do akwizycji ruchu dłoni z adaptacyjnym algorytmem kontroli transmisji radiowej, wnioski z rozprawy**.

Wrażenie ogólne z czytania rozprawy jest bardzo dobre, ponieważ została przygotowana w sposób profesjonalny, a może bardziej precyzyjnie, przy użyciu profesjonalnych narzędzi do edycji tekstów. Pragnę w sposób szczególny zwrócić uwagę na profesjonalne wykonanie rysunków zamieszczonych w dysertacji. Są one na bardzo poziomie edytorskim, co mówiąc szczerze budzi nieznaczny niepokój, gdyż przy ich podpisach brak jest odnośników do literatury. Można więc mieć sugestię, iż zostały one wykonane w całości przez autora, co jeśli jest prawdą, to jedynie podwyższa moje wrażenie o profesjonalizmie wykonanej dysertacji. Będę wdzięczny jednak za drobny komentarz w tej sprawie ze strony autora, gdyż jeśli tak nie jest jak napisałem powyżej, to należy to uznać za pewien błąd, który jednakowoż w nieznacznym tylko stopniu obniży moje bardzo pozytywne wrażenie z czytania całej rozprawy.

3. Poprawność i oryginalność tezy rozprawy

Obserwując niezwykle dynamiczny rozwój poszczególnych obszarów inżynierii biomedycznej, dokonujący się w szczególności w ostatnich kilkunastu latach, z pełną odpowiedzialnością uznaję tematykę rozprawy, określone w niej cele jak też ich realizację za nadzwyczajnie aktualny. Na tak zdefiniowanym tle, praca doktorska mgr inż. Michała Pielki

wnosi istotny wkład w rozwój badań w obszarze metod pomiarowych dotyczących analizy ruchu przy pomocy zintegrowanych sensorów inteligentnych.

W związku z powyższym uznaję postawioną w rozprawie tezę główną, jak również dwie tezy szczegółowe w brzmieniu przytoczonym powyżej za poprawną, oryginalną oraz przede wszystkim za udowodnioną w stopniu wystarczającym do potwierdzenia kwalifikacji Autora aplikującego o stopień naukowy doktora nauk technicznych w zakresie inżynierii biomedycznej.

4. Analiza źródeł

Wspomniano już wcześniej, że w rozprawie włączono spis bibliograficzny liczący 164 pozycje. Trzeba jednak zaznaczyć, że poruszana w rozprawie tematyka czerpiąca inspirację z nauk biologicznych obfituje w niezwykle bogactwo literatury w zakresie zagadnień pomiarów ruchu. Przełożenie tych inspiracji na obszar zagadnień z zakresu metrologii, mówiąc bardzo ogólnie, jest jednak zagadnieniem nowym, zatem w moim odczuciu Autor wykazał znacznie większą niż dostateczną wiedzę, odnoszącą się do wyboru źródeł oraz sposobu ich wykorzystania w tekście rozprawy.

Wspomniano już wcześniej, że jednym z elementów oceny rozprawy doktorskiej jest sprawdzenie, czy wszystkie umieszczone w spisie literatury pozycje są cytowane w tekście rozprawy. Na szczęście praca napisana jest w środowisku profesjonalnej edycji tekstów, które zawiera cały szereg mechanizmów ułatwiających takie sprawdzenie. Jeśli bowiem jakaś pozycja ze spisu nie byłaby cytowana to oznacza to, że jest w tym spisie zbędna. Stwierdzam zatem, iż wszystkie pozycje ze spisu literatury znajdują swoje odnośniki w tekście dysertacji.

Wydaje się, że pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy i aktualnych możliwości technicznych i technologicznych reprezentowanych przez literaturę światową w obszarze metod metrologii ruchu jest znacznie więcej niż przyzwoita. Niektóre błędy wskazane poniżej mogą być usprawiedliwione sporym wskaźnikiem elementów nowatorskich zaczerpniętych zarówno z nauk biologicznych jak i technicznych.

5. Znaczenie uzyskanych wyników dla dyscypliny naukowej

Rozprawa doktorska mgr inż. Michała Pielki dokonuje wnikliwej analizy możliwych do zastosowania algorytmów odnoszących się do pomiarów ruchu ciała lub jego elementów (ruch dłoni w jednej z przedstawionych aplikacji) i niestety tę część pracy, ustosunkowując się do niej krytycznie należy uznać za nieco odtwórczą, chociaż, co warto podkreślić, Autor umiejętnie porusza się we wszystkich nachodzących na siebie obszarach problemowych proponując w ten sposób nowe podejście lub nawet kreując pewien nowy standard postępowania w odniesieniu do istniejących metod metrologicznych. Chcę więc podkreślić, że niezwykle trudno jednoznacznie ocenić znaczenie zaprezentowanych wyników w części teoretycznej dla dyscypliny naukowej, ponieważ jeśli udałoby się je jeszcze w inny sposób zweryfikować to może ono być ogromne. Zaprezentowane w pracy przykłady zawierają wprawdzie wyniki pomiarów ruchu elementów ciała pacjenta, ale wrażenie moje, jako recenzenta jest takie, że większy nacisk położono na sprawy techniczno-konstrukcyjne, niż na elementy interpretacyjne wynikające z przeprowadzonych badań, których w pracy jest sporo. Wspomniałem na początku recenzji, iż ze względu na realizację projektu badawczego tematyka jest mi bliska, jednak w tym kontekście należy wyraźnie podkreślić z jaką ilością danych w przypadku analizy ruchu mamy do czynienia. Mówiąc krótko jest ona ogromna i właśnie tego aspektu rozprawy doktorskiej, trochę mi zabrakło. Oczywiście nie oznacza to, że domagam się następnym 30 stron komentarzy do wykonanych badań, jednak ponieważ kandydat/doktorat

ubiega się o stopień doktora w zakresie inżynierii biomedycznej, taki dodatkowy komentarz z wykonanych badań uznałbym za wzbogacenie zalet recenzowanej rozprawy doktorskiej.

6. Uwagi krytyczne

W świetle przedstawionych dotąd elementów rozprawy doktorskiej mgra inż. Michała Pielki z radością muszę podkreślić, że uwag krytycznych nie mam zbyt dużo. Jednak, aby recenzja nie była kolorową laurką muszę wspomnieć, o co najmniej kilku.

Praca przygotowana jest w profesjonalnym środowisku, co bardzo dobrze świadczy o Autorze, który posługuje się profesjonalnymi narzędziami do edycji tekstów. W pracy znalazłem też trochę literówek. Część z nich jest niewykrywalna dla większości tzw. „check-spellerów”, ale części można było z pewnością uniknąć zatem czy posługując się profesjonalnym narzędziem nie można było użyć takiego „check spellera” aby ich uniknąć? Spore też zastrzeżenia mam do niektórych tabel. Brak w nich uwypuklenia w formie czcionki **Bold** tego, o co najbardziej w prezentowanej tabeli chodzi.

Dostrzegłem ponadto kilka niezręcznych sformułowań, których w tym miejscu recenzji nie będę przytaczał, jednak dodam tylko, że jakkolwiek całą pracę oceniam bardzo wysoko i pozytywnie, to jej końcowy fragment może świadczyć o pewnym pośpiechu lub też zmęczeniu wynikającym z wykonanej bardzo dużej pracy.

7. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę wskazane powyżej elementy rozprawy doktorskiej mgra inż. Michała Pielki stwierdzam, że przedstawiona mi do recenzji rozprawa spełnia wymagania Ustawy o stopniach i tytule naukowym z dnia 14 marca 2003 (art.13 ust.1 i ust.2). W związku z powyższym wnoszę do Wysokiej Rady Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Uniwersytetu Śląskiego o dopuszczenie Autora do dalszych etapów przewodu doktorskiego. W szczególności do publicznej obrony rozprawy.

Podsumowaniem działalności naukowej doktoranta jest informacja o tym, że wyniki i jego działalności zostały opublikowane. Doszukałem się 3 artykułów prezentowanych na prestiżowych konferencjach oraz jednego artykułu w czasopiśmie. W tym artykule w czasopiśmie doktorant jest pierwszym autorem. Niestety nie dostarczono mi razem z dokumentacją do recenzji informacji dotyczącej kryteriów wyróżniania rozpraw doktorskich w Radzie Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Uniwersytetu Śląskiego, na biorąc pod uwagę wspomniany powyżej fakt, świadomie zaryzykuję i wnoszę do wysokiej rady o wyróżnienie recenzowanej rozprawy, ze względu na jej tematykę, ocenioną przeze mnie jako ważną oraz sposób jej przygotowania i wreszcie wykonanych badań na stosowne publikacje.