

**prof. dr hab. inż. Marek Domański**  
Instytut Telekomunikacji Multimedialnej  
Politechniki Poznańskiej  
ul. Polanka 3, 60 965 Poznań

S E K R E T A R I A T  
Rady Dyscypliny AEETK

Wpłynęło dnia..... 30. 01. 2023  
Zarejestrowano pod nr .....  
Podpis ..... dm

Poznań, 10 stycznia 2023r.

## RECENZJA

**rozprawy doktorskiej mgr. inż. Jakuba Bogdana Drzazgi**

**pt. „System zdalnej diagnostyki bezdechu sennego w warunkach domowych”**

Rozprawa doktorska pana Jakuba Drzazgi jest zwięźle napisana w języku polskim, liczy 122 strony, z czego 93 strony to właściwy tekst rozprawy uzupełniony spisem literatury (82 pozycje), spisem skrótowców oraz spisem treści i streszczeniami. Krótki rozdział 1 zwięźle przedstawia znaczenie podjętego tematu, tezy pracy i wkład pracy. Rozdział 2 stanowi wprowadzenie do problemu bezdechu sennego i jego diagnostyki.

Rozdziały 3 i 4 dotyczą zasadniczego osiągnięcia pracy. Te rozdziały zawierają opis kompletnego autorskiego systemu Comarch PulmoVest, służącego do zdalnej diagnostyki bezdechu sennego u pacjenta znajdującego się w domu, a nie w szpitalu. Autor zaprojektował, wykonał i przetestował system do diagnostyki bezdechu sennego, składający się z układów pomiarowych oraz urządzenia gromadzącego i okresowo przesyłającego zbierane dane do serwera. Ponadto autor opracował algorytmy przetwarzające zebrane dane w celu określania zaburzeń oddechu. Niewątpliwie skonstruowanie urządzenia oraz stworzenie algorytmów przetwarzania sygnałów wykorzystujących metody uczenia maszynowego stanowią oryginalne osiągnięcia projektowe i konstrukcyjne. Wspomniane osiągnięcia projektowe i konstrukcyjne stanowią rozwiązanie problemu naukowego, dotyczącego budowy systemu domowej diagnostyki bezdechu sennego wraz z algorytmami przetwarzania zbieranych danych, służącymi do automatycznego wyznaczenia parametrów określających występowanie epizodów bezdechu sennego.

Rozdział 5 przedstawia przebieg i wyniki badań eksperymentalnych z udziałem 100 osób. Badania te dotyczyły porównania działania autorskiego systemu Comarch PulmoVest z systemem Alice NightOne firmy Philips, a także porównania wyników uzyskanych za pomocą autorskiego systemu Comarch PulmoVest z wynikami badań ankietowych.

Rozdział 6 podsumowuje osiągnięcia autora przedstawione w rozprawie. Korzystając z tego podsumowania oraz analizy poprzednich rozdziałów 3-5 należy wymienić następujące oryginalne osiągnięcia autora rozprawy, którymi są:

1. Koncepcja wykorzystania rezystancyjnego czujnika wysiłku oddechowego oraz projekt, wykonanie i przebadanie autorskiego układu przetwarzania sygnału z tego czujnika.
2. Koncepcja, opracowanie i przebadanie metod wykrywania zaburzeń oddechu oraz selekcji epizodów spłyceń oddechu.
3. Koncepcja i opracowanie architektury układu oraz opracowanie, realizacja i przebadanie odpowiednich algorytmów wyznaczania i klasyfikacji epizodów zaburzonego oddechu.

Istotną wartością pracy są wyniki eksperymentalne pozwalające pozytywnie ocenić przydatność i dokładność opracowanych układów pomiarowych i metod przetwarzania danych pomiarowych uzyskiwanych za pomocą urządzenia skonstruowanego przez autora. Zaletą pracy jest jej kompletność i wszechstronność: praca obejmuje zarówno autorską konstrukcję urządzenia elektronicznego, jak i autorskie algorytmy przetwarzania danych pomiarowych wykorzystujące sztuczne sieci neuronowe.

Wyniki uzyskane przez autora zostały opublikowane w trzech artykułach w czasopismach: *Image Processing & Communications*, *Sensors* oraz *Electronics*. Ponadto autor rozprawy uzyskał od Urzędu Patentowego RP patent, dotyczący opisanego w rozprawie układu elektronicznego współpracującego z rezystancyjnym czujnikiem wysiłku oddechowego. Wymienione recenzowane publikacje oraz patent pozytywnie weryfikują wyniki przedstawione w rozprawie. Biorąc pod uwagę projektowy, konstrukcyjny, eksperymentalny i aplikacyjny charakter prac badawczych, jest to zupełnie wystarczający dorobek.

Należy dodać, że aczkolwiek urządzenie opracowane i zbudowane przez autora jest rozwiązaniem oryginalnym, to nie jest to jedyne urządzenie tego typu zbudowane czy produkowane na świecie. Niestety w rozprawie brakuje przeglądu i dyskusji różnych rozwiązań podobnych urządzeń. Taka dyskusja mogłaby nie być łatwa ze względu na ochronę szczegółów technicznych przez tajemnice producentów, ale szerszy przegląd rozwiązań byłby cenny, nawet gdyby część informacji pozostawała nieznana.

Tekst rozprawy nie jest zbyt obszerny, co skutkuje pewnymi brakami. Przede wszystkim w wielu miejscach brakuje w nim głębszej analizy problemów. Rozprawa doktorska nie powinna być ograniczona do samego opisu rozwiązań, ale także powinna zawierać głębszą analizę problemu. Na przykład w rozdziale 4 nie uzasadniono wystarczająco przyjętej metody wykrywania epizodów bezdechu sennego. Ta krytyczna uwaga dotyczy zarówno wyboru ogólnej

struktury metody przetwarzania danych, jak i szczegółów, np. wyboru filtrów. W kilku innych miejscach w tekście rozprawy brakuje uzasadnień wyboru poszczególnych rozwiązań.

Podany w rozprawie spis literatury nie jest szczególnie obszerny i niestety nie zawiera pewnych pozycji dotyczących konkurencyjnych rozwiązań.

Szczegółowe uwagi dotyczące rozprawy:

1. Str. 37: Dlaczego wybrano akurat filtr Butterwortha ósmego rzędu ? Analogicznie: Dlaczego wybrano bardzo mało selektywny filtr Butterwortha pierwszego rzędu (str. 72) ? Podobnie nie uzasadniono wyborów różnych częstotliwości granicznych (np. częstotliwości w punktach 2 i 5 na str. 72).
2. Str. 40: Oznaczenia literowe (A, H, N) nie są wyjaśnione na tej stronie ani na stronach sąsiednich.
3. Wartości zamieszczone w tablicach pomyłek (np. str. 52-53, str. 84-85) sugerują małą wiarygodność uzyskiwanych wyników diagnostycznych. Uprzejmie proszę o wyjaśnienie tego zagadnienia w trakcie obrony rozprawy.
4. W niektórych przypadkach stosowana terminologia budzi wątpliwości. Na przykład na str. 73 czytamy o „usuwaniu z obliczeń artefaktów ruchowych”. Z pewnością recenzent byłby bardziej zadowolony, gdyby autor posługiwał się terminem „sygnał fonii” zamiast „sygnał audio”, a pojęciem „składowej stałej” zamiast „offset” i tak dalej.
5. Pewna niefrasobliwość autora w wyrażaniu się prowadzi czasami do sformułowań, które są trudne do zrozumienia, na przykład „zachowanie nieliniowe w miejscach, gdzie rezystancja czujnika jest nieciągła” (str. 27).
6. Redakcja pracy nie jest zbyt staranna. Zdarzają się nawet błędy gramatyczne lub składniowe:  
Str. 13 powinno być „Czynność tę obrazuje ...”;  
Na str. 28. niewłaściwie sformułowano wyrażenie „użyto jednowarstwową płytkę”. Oprócz tego w paru miejscach zetknąłem się z dyskusyjną interpunkcją oraz z dyskusyjnym stosowaniem dużych liter.
7. Dobór parametrów poszczególnych etapów przetwarzania (np. rys. 20) nie został przedyskutowany w rozprawie i pozostaje niejasny.
8. Wszystkie pozycje literatury powinny być zamieszczone w spisie literatury z kompletnym opisem bibliograficznym (np. brakuje go dla pozycji [72]). W tym spisie powinny się

także znaleźć cytowane w rozprawie materiały firmowe wraz z odpowiednim opisem bibliograficznym.

Układ rozdziałów oraz poszczególnych treści wewnątrz rozdziałów jest prawidłowy, logiczny i czytelny. Praca jest napisana w sposób bardzo jasny oraz łatwy do czytania i zrozumienia.

**W konkluzji recenzji stwierdzam, że rozprawa pana mgr. inż. Jakuba Bogdana Drzazgi przedstawia oryginalne i kompleksowe rozwiązanie ważnego problemu naukowego. Przedstawiona rozprawa stanowi opis istotnych osiągnięć naukowych i konstrukcyjnych mieszczących się w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, a w szczególności w dyscyplinie „Automatyka, elektronika i elektrotechnika”. Rozprawa niewątpliwie spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim przez odpowiednie przepisy. W związku z tym proszę o dopuszczenie jej autora do publicznej obrony rozprawy doktorskiej w dyscyplinie „Automatyka, elektronika i elektrotechnika”.**

*Jacek Pawlik*