

Andrzej MILECKI  
Zakład Urządzeń Mechatronicznych  
Instytut Technologii Mechanicznej  
Wydział Inżynierii Mechanicznej  
Politechniki Poznańskiej



Poznań 27.06.2022

**Opinia promotora w związku z wnioskiem o zamknięcie przewodu doktorskiego  
mgr inż. Arkadiusza Kubackiego, asystenta w Zakładzie Urządzeń Mechatronicznych  
na Wydziale Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej**

Mgr inż. Arkadiusz KUBACKI urodził się 24.01.1990 r. W 2014 roku ukończył studia na Wydziale Budowy Maszyn i Zarządzania, na kierunku Mechatronika o specjalności Konstrukcje Mechatroniczne. W tym samym roku rozpoczął Studia Doktoranckie na Wydziale Budowy Maszyn i Zarządzania PP, w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn, które ukończył w 2019 roku. W dniu 1.10.2017 roku został zatrudniony na stanowisku asystenta naukowo-dydaktycznego w Instytucie Technologii Mechanicznej WIM PP. Uczestniczył dotychczas w pracach badawczych w ramach 10 projektów naukowo-badawczych, prowadzonych w Zakładzie Urządzeń Mechatronicznych. Do najważniejszych z nich należą projekty:

- Udział w projekcie Opracowanie rodziny foteli do komunikacji masowej ukierunkowanej na poprawę bezpieczeństwa pasażerów w transporcie publicznym. Etap I -VI.
- Udział w projekcie NCBR 7188-06, Zlecenie Opracowanie układu sterowania oraz wyposażenie jego hybrydowy wózek inwalidzki.
- Udział w projekcie Badania nad opracowaniem robota humanoidalnego do obsługi klienta Numer projektu: RPMA.01.02.00-14-b521/18-00
- Udział w projekcie Prace badawczo – rozwojowe nad opracowaniem samokorygującej się prostowarki
- Udział w projekcie Nowa generacja maszyn dedykowanych innowacyjnej technologii strip-till one-pass dostosowanych do rolnictwa smart fields i rolnictwa 4.0.

W ramach działalności naukowej mgr inż. Arkadiusz KUBACKI zajmuje się od 7 lat. W wyniku Jego prac z tego zakresu były publikowane w latach 2015-2021 w punktowanych czasopismach takich jak Sensors, Technical Transactions czy Archives of Mechanical Technology and Materials. Dnia 25.05.2019 Rada Wydziału Budowy Maszyn i Zarządzania otworzyła magistrowi inż. Arkadiusz Kubackiemu przewód doktorski. Temat pracy był następujący: „Pozycjonowanie 6-osioowego robota przemysłowego za pomocą hybrydowego interfejsu bazującego na sygnałach bioelektrycznych z mózgu (EEG)”. W ramach pracy doktorskiej mgr inż. Arkadiusz Kubacki przeprowadził studia literatury dotyczące:

- analizy sygnałów EEG,
- audowy interfejsów mózg – komputer (BCI),
- budowy interfejsów hybrydowych tj.:
  - o dwóch różnych interfejsach mózg – komputer,
  - w których zastosowano połączenie interfejsu mózg – komputer z innym interfejsem człowiek – maszyna,
- zastosowania interfejsów BCI do sterowania.

Opracował oraz zaimplementował interfejs mózg-komputer składający się z systemów opartych o: potencjały wywołane w stanie ustalonym, elektrookulografię, system wizyjny. Zaprojektował oraz zbudował urządzenie do siłowego sprzężenia zwrotnego, które również zostało zaimplementowane do hybrydowego interfejsu.

Mgr inż. Arkadiusz Kubacki opracował model symulacyjny robota przemysłowego w środowisku Unity. Wykonał badania doświadczalne kilku różnych interfejsów, które były tożsame z badaniami symulacyjnymi. Wyniki badań symulacyjnych porównano z wynikami badań doświadczalnych, potwierdzając ich dobrą zgodność. Uzyskane wyniki badań wykonanych przez mgra inż. Arkadiusza Kubackiego pokazały, że możliwe jest zastosowanie interfejsu mózg-komputer do sterowania i pozycjonowania manipulatora, co potwierdza założoną tezę główną pracy doktorskiej. Głównymi osiągnięciami Autora było:

- opracowanie algorytmów do rozpoznawania poleceń w sygnale pochodzącym z bioelektrycznej aktywności człowieka,
- zbudowanie stanowiska do badań poszczególnych systemów wchodzących w skład całego interfejsu,
- opracowanie modelu symulacyjnego robota przemysłowego,
- zbudowanie stanowiska i wykonanie badań nad hybrydowym interfejsem mózg-komputer.

Moim zdaniem, opracowana przez mgra inż. Arkadiusza Kubackiego rozprawa spełnia warunki stawiane pracom doktorskim, ponieważ:

- zawiera wyczerpujący przegląd literatury (około 100 pozycji) dotyczącej postawionego problemu,
- jest samodzielnym rozwiązaniem problemu naukowego, jakim było opracowanie interfejsu mózg-komputer pozwalającego na pozycjonowanie robota przemysłowego z dokładnością  $\pm 15\text{mm}$ ,
- cele pracy takie jak:
  - budowa systemu pozwalającego na sterowanie robotem za pomocą sygnałów pochodzących z mózgu, w którym zastosowane będą metody SSVEP, EOG,

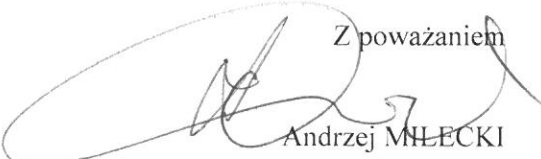


- opracowanie algorytmu wykrywającego polecenia z sygnału EEG oraz wzrokowego sprzężenia zwrotnego, do sterowania urządzeniem, tj. robotem przemysłowym,
- budowa hybrydowego interfejsu mózg-komputer ze sprzężeniem zwrotnym, zamontowanym na ostatniej osi robota, np. w chwytaku,
- badania algorytmów służących do klasyfikacji i rozpoznawania artefaktów,
- wykorzystanie siłowego sprzężenia zwrotnego typu „haptic” do wspomagania sterowania, w tym pozycjonowania 6-osiowego,

zostały osiągnięte, a jej tezy/a?? potwierdzone wynikami badań teoretycznych, symulacyjnych i przede wszystkim doświadczalnych.

Mgr inż. Arkadiusz Kubacki prowadził głównie zajęcia laboratoryjne i projektowe na kierunkach: Mechanika i Budowa Maszyn, Mechatronika oraz Inżynieria Biomedyczna z następujących przedmiotów: Interfejsy Komunikacyjne, Projektowanie Urządzeń Rehabilitacyjnych, Sterowniki Przemysłowe, Wizualizacja i Nadzorowanie Produkcji, Nadzorowanie Sterowania Procesami Przemysłowymi.

Do chwili obecnej mgr inż. Arkadiusz Kubacki opublikował łącznie 31 prac, z których 16 związanych było tematem rozprawy doktorskiej, czyli zastosowaniem sygnałów bioelektrycznych do sterowania manipulatorem. Wygłosił także referaty na zebraniu Zakładu Urządzeń Mechatronicznych oraz Seminarium Naukowym Rady Dyscypliny, przed posiedzeniem Rady Dyscypliny IM dn. 20.06.2022 W związku z powyższym stwierdzam, że **praca doktorska mgra inż. Arkadiusza Kubackiego p.t. „Pozycjonowanie 6-osiowego robota przemysłowego za pomocą hybrydowego interfejsu bazującego na sygnałach bioelektrycznych z mózgu (EEG)”, może być dopuszczona do publicznej obrony.**

Z poważaniem  
  
Andrzej MLECKI