

**prof. dr hab. inż. Andrzej Milecki**  
Politechnika Poznańska  
Wydział Inżynierii Mechanicznej  
Instytut Technologii Mechanicznej  
Zakład Urządzeń Mechatronicznych

Poznań, 27.05.2022 r.



Przewodniczący  
Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna  
**dr hab. inż. Olaf Cizak, prof. PP**  
Rada Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna  
Politechniki Poznańskiej  
w miejscu

**Opinia promotora w związku z wnioskiem o zamknięcie postępowania w sprawie nadania stopnia naukowego doktora mgr inż. Tymoteuszowi Lindnerowi, doktorantowi w Zakładzie Urządzeń Mechatronicznych na Wydziale Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej**

Mgr inż. Tymoteusz Lindner urodził się w 1993 r. W 2017 r. ukończył studia na Wydziale Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej, na kierunku Mechatronika o specjalności Konstrukcje Mechatroniczne. W tym samym roku rozpoczął Studia Doktoranckie na Wydziale Budowy Maszyn i Zarządzania PP, w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna. W dniu 1.10.2018 r. został zatrudniony na stanowisku asystenta naukowo-dydaktycznego w Instytucie Technologii Mechanicznej WIM PP. Uczestniczył dotychczas w pracach badawczych w ramach sześciu projektów naukowo-badawczych, prowadzonych w Zakładzie Urządzeń Mechatronicznych. Do najważniejszych z nich należą projekty:

- *Opracowanie nowej rodziny drabin mechatronicznych oraz wykorzystującej elementy koncepcji Przemysł 4.0. innowacyjnej linii do ich produkcji, okres realizacji: 01.03.2022 - 31.12.2023, numer projektu: 0614/PRJG/1567,*
- *Nowa generacja maszyn dedykowanych innowacyjnej technologii strip-till one-pass dostosowanych do rolnictwa smart fields i rolnictwa 4.0, okres realizacji: 01.09.2021 - 31.12.2023, numer projektu: 0614/NCBR/2951,*
- *Badania nad opracowaniem robota humanoidalnego do obsługi klienta, okres realizacji: 1.06.2020 - 30.11.2021, numer projektu: 614/UMAR/2947,*
- *Przeprowadzenie badań przemysłowych i prac rozwojowych dla firmy A.S. ADRIAN STERN, okres realizacji: 1.01.2019 - 31.08.2020, numer projektu: 02/22/PRJG/1481,*
- *Opracowanie rodziny foteli do komunikacji masowej ukierunkowanej na poprawę bezpieczeństwa pasażerów w transporcie publicznym, okres realizacji: 1.06.2017 - 15.02.2019, numer projektu: 02/22/PRJG/1410.*

W ramach działalności naukowej mgr inż. Tymoteusz Lindner zajmuje się od pięciu lat zastosowaniem metod sztucznej inteligencji w sterowaniu obiektami mechatronicznymi w

tym robotami mobilnymi i przemysłowymi. Jego badania skupiały się głównie na wykorzystaniu algorytmów uczenia ze wzmocnieniem do sterowania robotem przemysłowym. Wyniki Jego prac z tego zakresu były publikowane w latach 2017-2021 w punktowanych czasopismach z listy MNiSW, między innymi w takich jak: *International Journal of Control, Automation and Systems*. Dnia 26.04.2021 r. Rada Wydziału uchwałą numer 3/III/4/2021 wszczęła postępowanie w sprawie nadania stopnia naukowego doktora mgr inż. Tymoteuszowi Lindnerowi. Jego praca została zatytułowana: „**Zastosowanie metod uczenia ze wzmocnieniem do sterowania robotem przemysłowym współpracującym z człowiekiem**”.

W ramach pracy doktorskiej mgr inż. Tymoteusz Lindner przeprowadził przegląd literatury dotyczący zastosowania algorytmów uczenia ze wzmocnieniem w sterowaniu robotami przemysłowymi, ich wykorzystaniu w omijaniu przeszkód na zadanej trajektorii ruchu robota oraz wykorzystaniu do opracowania bezpiecznego systemu sterowania robotem, który współpracuje z człowiekiem. Doktorant opracował model sterowania robotem z wykorzystaniem kinematyki odwrotnej oraz przygotował środowisko symulacyjne do nauki algorytmów sterowania robotem. Zaimplementował i dostosował wybrane algorytmy uczenia ze wzmocnieniem oraz przebadał je w zadaniu pozycjonowania TCP robota, najpierw w badaniach symulacyjnych, a następnie w doświadczalnych na rzeczywistym robocie. Zbudował głowicę montowaną na kiści robota służącą do wykrywania przeszkód. Opracował także, bazujący na metodach uczenia ze wzmocnieniem, system sterowania pracą robota przemysłowego, pozwalający na bezpieczną i jednoczesną pracę człowieka i robota we wspólnej strefie roboczej. Wyniki badań symulacyjnych porównano z wynikami badań doświadczalnych, potwierdzając ich dobrą zgodność.

Uzyskane wyniki badań wykonanych przez mgr inż. Tymoteusza Lindnera pokazały, że możliwe jest zastosowanie gradientowych algorytmów uczenia ze wzmocnieniem do opracowania bezpiecznego systemu sterowania robotem przemysłowym, współpracującym z człowiekiem.

Głównymi osiągnięciami pracy są:

- zbudowanie i zweryfikowanie działania, służącej do wykrywania przeszkód głowicy z laserowymi czujnikami odległości, montowanej na kiści robota,
- opracowanie w środowisku symulacyjnym modelu robota uwzględniającego parametry mechaniczne i dynamiczne,
- opracowanie systemu sterowania robotem, wykorzystującego algorytmy uczenia ze wzmocnieniem oraz badania i porównanie dokładności pozycjonowania TCP robota,
- opracowanie algorytmu bazującego na metodach uczenia ze wzmocnieniem, służącego do omijania przeszkód na zadanej trajektorii ruchu robota przemysłowego,
- opracowanie systemu sterowania bazującego na algorytmach uczenia ze wzmocnieniem do bezpiecznej współpracy robota przemysłowego i człowieka w tej samej strefie roboczej.

Moim zdaniem, opracowana przez mgr inż. Tymoteusza Lindnera rozprawa spełnia warunki stawiane pracom doktorskim, ponieważ:

- zawiera wyczerpujący przegląd literatury (ponad 130 pozycji) dotyczącej postawionego problemu,

- jest samodzielnym rozwiązaniem problemu naukowego, jakim było opracowanie systemu sterowania robotem przemysłowym, wykorzystującego algorytmy uczenia ze wzmocnieniem do bezpiecznej współpracy robota przemysłowego i człowieka w tej samej strefie roboczej,
- cele pracy zostały osiągnięte, a jej tezy potwierdzone wynikami badań symulacyjnych i doświadczalnych.

Mgr inż. Tymoteusz Lindner prowadzi zajęcia laboratoryjne i projektowe na kierunkach: Mechatronika, Mechanika i Budowa Maszyn oraz Inżynieria Biomedyczna z następujących przedmiotów: Mikrokontrolery, Sterowniki mikroprocesorowe, Metody sztucznej inteligencji w sterowaniu, Projektowanie i montaż elektroniki, Programowanie systemów automatyki.

Do chwili obecnej mgr inż. Tymoteusz Lindner opublikował łącznie 15 prac, z których dwie związane były z tematem rozprawy doktorskiej, czyli zastosowaniem metod uczenia ze wzmocnieniem do sterowania robotem przemysłowym. Wygłosił także referaty na zebraniu Zakładu Urządzeń Mechatronicznych oraz na Seminarium Naukowym Rady Dyscypliny IM dnia 26.04.2021.

W związku z powyższym stwierdzam, że **praca doktorska mgr inż. Tymoteusza Lindnera może być dopuszczona do publicznej obrony.**



prof. dr hab. inż. Andrzej Milecki