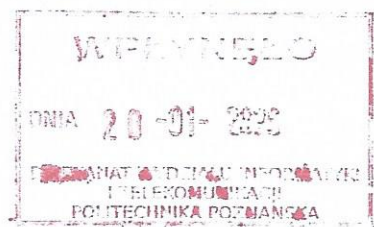




Politechnika Łódzka

Instytut Informatyki



Łódź, 10 stycznia 2026

prof. dr hab. inż. Adam Wojciechowski
Instytut Informatyki
Wydział Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej
Politechnika Łódzka
Al. Politechniki 8
93-590 Łódź

RECENZJA
wniosku o nadanie stopnia
DOKTORA HABILITOWANEGO
w Dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja
Pana doktora Marka Kopickiego

Niniejsza recenzja została wykonana zgodnie z decyzją Rady Doskonałości Naukowej z dnia 14 listopada 2025 roku, na zlecenie Rady Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja, Politechniki Poznańskiej, która uchwałą nr DIiT.-64-02/2025 z dnia 3.12.2025 powołała mnie na recenzenta w sprawie wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Panu doktorowi Markowi Kopickiemu.

Informacje wstępne

Pan dr Marek Kopicki ukończył w październiku [redacted] roku studia magisterskie na [redacted] w Poznaniu. Praca magisterska dotyczyła [redacted] [redacted] zaś obroniona była w dyscyplinie [redacted]. We wrześniu 2004 roku ukończył studia magisterskie na Wydziale Informatyki (*Computer Science*) Uniwersytetu w Birmingham pisząc pracę poświęconą [redacted]. Na tym samym wydziale obronił pracę doktorską [redacted]. Tym samym w grudniu 2010 roku uzyskał stopień doktora w dyscyplinie informatyka, specjalność robotyka.

Dr Marek Kopicki zwrócił się w dniu 7 sierpnia 2025 roku z wnioskiem o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja. Wniosek dra Marka Kopickiego skierowany za pośrednictwem Rady Doskonałości Naukowej określa jako podstawę do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja osiągnięcie określane jako cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych pt. „*Percepcja, uczenie i planowanie w autonomicznej manipulacji robotycznej*”.

Ocena osiągnięcia naukowego

W skład głównego cyklu publikacji, przedstawionych przez Habilitanta, wchodzi 9 prac naukowych. 5 prac zostało opublikowanych w czasopismach z listy MNiSW (prace są indeksowane na liście *Journal Citation Report* i zostały opublikowane w czasopismach z dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja) oraz 4 prace na konferencjach międzynarodowych z listy MNiSW

(konferencje indeksowane są w bazie CORE – dwie rangi A i dwie rangi B). Habilitant zamieścił również wykaz 11 prac uzupełniających główne osiągnięcie (10 prac konferencyjnych i 1 publikacja w czasopiśmie z listy JCR) oraz 2 patenty. Rozprawę doktorską można potraktować jako kanwę prezentowanych osiągnięć. Oceniając zasadność wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego, na podstawie wspomnianego cyklu publikacji, należy uwzględnić wagę osiągnięć naukowych opisanych w publikacjach i ich znaczenie w reprezentowanej dziedzinie i dyscyplinie.

Publikacje pochodzą z lat 2011 – 2024 i przynależą do dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja. Habilitant w ramach prac z cyklu, które są wieloautorskie, był przeważnie wiodącym autorem, choć nie zawsze pierwszym autorem, co zgodnie z deklaracją wynika z procentowego wkładu w poszczególne pozycje.

Pod względem merytorycznym prace dotyczą percepcji, uczenia i planowania w autonomicznej manipulacji robotycznej. Wymienione prace można podzielić na dwie grupy prac. Zbiór publikacji [M1, M2, M3, M5, M6, M8] oraz patentów [P1, P2] opisuje pierwszą część osiągnięcia i dotyczy robotycznego uczenia chwytania oraz manipulacji obiektów. Publikacje [M4, M7, M9] opisują drugą część osiągnięcia i dotyczą uczenia przewidywania ruchu obiektów podczas manipulacji. Należy zaznaczyć, że opis formalny problemów, opracowania algorytmiczne nowych koncepcji teoretycznych, implementacja metod oraz zastosowana metodologia badawcza, pozwalają jednoznacznie ulokować osiągnięcia Habilitanta w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja.

Rozpoczęte w ramach doktoratu [D1] badania, nad modelowaniem kontaktów, ukierunkowały uwagę Habilitanta w stronę uczenia predykcji ruchu obiektów podczas manipulacji robotycznej. Wprowadzenie par lokalnych układów odniesienia SE(3), reprezentujących kontakty pomiędzy robotem a otoczeniem, umożliwiło stworzenie niezależnych i możliwych do wytrenowania modeli predykcji. Wtedy ruch całego obiektu można przewidzieć jako produkt wielu lokalnych przewidywań, generowanych przez niezależne modele predykcji. Przeprowadzone eksperymenty pozwoliły na udowodnienie, lepszego niż literaturowe, stopnia generalizacji przewidywania ruchu obiektów.

Jednym z wymogów badań i zarazem problemem, było korzystanie z egzemplarzy obiektów w nieustrukturyzowanych warunkach środowiskowych oraz brak możliwości bezpośredniego generowania działań manipulacyjnych, poza próbkowaniem wyników przy użyciu modeli predykcji. Habilitant rozważał scenariusze, w których niewidziany wcześniej obiekt musi zostać uchwycony za pomocą robotycznej dłoni, po obejrzeniu go kamerą głębi z jednego punktu widzenia. Prowadzone badania doprowadziły do zgłoszenia patentowego [P1] nowych modeli kontaktów, które mogą reprezentować prawie dowolne relacje przestrzenne robot-obiekt, a które można trenować nawet na podstawie jednego przykładu. Generatywny model kontaktów pozwala na wnioskowanie o możliwych kontaktach bezpośrednio z obrazów głębi, bez wcześniejszej wiedzy o egzemplarzach obiektów i bez segmentacji obrazu. Model kontaktów może reprezentować chwyt w pełni sterowanych humanoidalnych dłoni robota [M2, M6, M8], niedosterowanych wieloprzegubowych chwytaków [M1] i prostych równoległych chwytaków [M3].

Podczas fazy trenowania model kontaktu wykorzystuje relacje przestrzenne pomiędzy ogniwami dłoni a lokalnymi kształtami obiektu oraz model konfiguracji dłoni, opisane za pomocą opracowanych funkcji gęstości prawdopodobieństwa. Model kontaktu wykorzystuje klasteryzację pod-modeli kontaktów zgodnie z przyjętą metryką podobieństwa (*affinity propagation* [M1,M2]) doprowadzając do ich efektywnej kompresji i stworzenia prototypu modelu kontaktu o ogólnym charakterze. Ogólny model został przedstawiony w pracy [M2], ale dojrzewał ewoluując poprzez schematy uczenia przedstawione w pracach [M6, M8]. Prace [M6] i [M8] przedstawiają również model konfiguracji dłoni i gęstość zapytania dla konkretnych ogniw modelu dłoni. Spośród deskryptorów

powierzchni, jednymi z bardziej obiecujących okazały się histogramy cech punktowych (FPFH), które przetestowano w pracy [M2]. Habilitant weryfikował skuteczność metody przy pojedynczym widoku obiektu [M2], kompletnej chmurze punktów opisującej obiekt [M8] i wielokrotnej rejestracji widoku ze znormalizowaną gęstością [M6]. Habilitant wprowadził też autorską funkcję rozkładu prawdopodobieństwa do generowania i oceniania kontaktów dłoni z obiektem [M2], na podstawie której generowany jest początkowy zestaw chwytów, który następnie jest optymalizowany [M6]. Optymalizacja uwzględniała również koszt kolizji (penetracji) z obiektem [M1].

Naturalną kontynuacją badań było planowanie konfiguracji uchwytu. W pracy [M1] przebadano metodę w kontekście nowego rekonfigurowalnego pasywnego przegubu RP. Praca uwzględniała również kinestetyczną optymalizację modelu kontaktu. Badania zostały zwieńczone kolejnym zgłoszeniem patentowym [P2]. Dynamiczne planowanie trajektorii w chwytaniu robotycznym zostało natomiast dokładnie opisane w pracy [M3], zaś aktywna wizja komputerowa, do kierowania przewidywanymi działaniami, została przedstawiona w pracy [M5].

Weryfikacja opracowanych rozwiązań pozwoliła udowodnić szereg wartościowych hipotez naukowych, wykazując, że zaproponowane rozwiązania, wspierane licznymi innowacjami, poprawiają lub przyspieszają proces autonomicznej manipulacji robotycznej.

Oprócz prac z głównego cyklu, Habilitant załączył zbiór dodatkowych publikacji naukowych, prezentujących osiągnięcia uzupełniające wcześniejsze badania. Oprócz modelu generatywnego zweryfikowano kilka wariantów modeli ewaluacyjnych, przewidujących prawdopodobieństwo sukcesu danego chwytu [m1], zaproponowano wykorzystanie zysku informacyjnego z poszczególnych iteracji do lepszego planowania trajektorii w celu sprawnego chwytania obiektów o niepewnej pozycji [m6], zaproponowano rozwiązanie problemu jednoczesnego planowania chwytów wraz z późniejszymi działaniami manipulacyjnymi [m4], czy też efektywnego wyboru chwytu w celu optymalizacji manipulacji po chwycie [m5].

Chronologicznie wcześniejszy, ale komplementarny względem planowania chwytów robotycznych, był wątek badań poświęcony predykcji ruchu manipulowanych obiektów. Rozwiązanie modułowe, oparte na uczeniu maszynowym do planowania ruchu obiektu, zgodnie z przeprowadzonymi licznymi eksperymentami, okazało się lepsze od symulacji fizycznych [M4]. Habilitant wykazał nie tylko przewagę swoich rozwiązań na zbiorach rzeczywistych obiektów (interpolacja akcji), ale wykazał również lepszą generalizację wyuczonych modeli ruchu na nowe działania (transfer akcji) i na nowe obiekty (transfer kształtu). Kontrybucje metod uzyskano między innymi dzięki faktoryzacji funkcji gęstości prawdopodobieństwa (KDEF) [M9, M4, m9], wdrożeniu zasady minimalizacji energii (PME) [m11], czy połączeniu ograniczeń kinematycznych, wynikających z symulacji fizycznych, z nieobserwowalnymi parametrami, takimi jak rozkład masy i tarcie, dostarczonymi przez podejście oparte na uczeniu [M7].

Reasumując, w ramach przedłożonego do oceny cyklu publikacji, najważniejsze, moim zdaniem, rezultaty badań obejmują model robotycznego chwytania obiektów i ich manipulacji, bazujący na bardzo ciekawej koncepcji pól recepcyjnych, modelowanych za pomocą funkcji rozkładu prawdopodobieństwa, wraz z licznymi uzupełnieniami i usprawnieniami. Niemniej ciekawe są badania ukierunkowane na planowanie ruchu manipulowanych obiektów, które uwzględniały kontekstowe informacje o obiektach i ich parametry.

Przedstawione rozwiązania cechują się zarówno odpowiednim podłożem teoretycznym, jak również efektywną warstwą algorytmiczną i implementacyjną, wspartą licznymi eksperymentami, zwiększającymi wiarygodność symulacji robotycznych. Warty odnotowania jest również szeroki wachlarz zastosowań opracowanych rozwiązań.

Reasumując, całościowa analiza przedstawionych osiągnięć naukowych nie pozostawia wątpliwości, że Habilitant wniósł istotny i zauważalny wkład do dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja.

Ocena aktywności naukowej kandydata

Wymagania dla kandydatów do stopnia doktora habilitowanego wymieniają jako istotny element aktywność w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, czy instytucji kultury, w szczególności zagranicznej. Jako główne elementy dorobku Habilitanta, w tym zakresie, należy uznać rozwój kariery naukowej, który był realizowany zarówno w Polsce (Uniwersytet Adama Mickiewicza, Politechnika Poznańska) jak i w Wielkiej Brytanii (*Birmingham University*). Habilitant pracował dodatkowo przez [REDAKTOWANE] lata w [REDAKTOWANE]. Tym samym Habilitant spełnia, moim zdaniem, wymagania Ustawy w przedmiotowym zakresie. Habilitant wskazał również prace z cyklu, które powstały ściśle w ramach współpracy z poszczególnymi ośrodkami naukowymi, co dowodzi efektywności tej współpracy.

Dr Marek Kopicki wykazał, że brał udział jako kierownik i wykonawca w licznych grantach naukowo-badawczych, finansowanych ze źródeł zewnętrznych. Habilitant wskazuje na kierowanie jednym grantem *NCN Polonez Bis* oraz pełnienie funkcji zastępcy kierownika w dwóch innych projektach europejskich. Wielokrotnie pełnił też funkcję koordynatora zadań (*work package*) lub wykonawcy w innych projektach europejskich. To bardzo istotny obszar kompetencji, który charakteryzuje samodzielnych pracowników nauki. Habilitant posiada w tym zakresie duże doświadczenie.

Habilitant angażuje się w organizację działań około-badawczych. Był liderem przeglądów projektów robotycznych w dużych projektach UE: *GeRT FP7*, *PaCMan FP7*, *RoMaNS H2020*. Był liderem pierwszej demonstracji autonomicznego robota chwytającego materiały niebezpieczne (współpraca z *National Nuclear Lab*). Brał aktywny udział w wielu seminariach naukowych i wykładach zaproszonych, organizowanych przez jednostki naukowe i podmioty gospodarcze w Wielkiej Brytanii, Niemczech, Hiszpani, Chinach, Szwecji i Polsce. Brał udział w krótkoterminowych wizytach i szkoleniach w ośrodkach naukowych z Niemiec, Austrii, Szwecji i Wielkiej Brytanii. Recenzował artykuły dla wielu znakomitych czasopism naukowych z listy *JCR*.

Całkowity dorobek naukowy dra Marka Kopickiego, raportowany 6.8.2025 przez bibliotekę Politechniki Poznańskiej za lata 2009-2025, obejmuje 30 publikacji i opracowań naukowych, z czego wynika, że wszystkie prace z jednotematycznego cyklu powstały po uzyskaniu stopnia doktora. Znakomita większość całego dorobku publikacyjnego również przypada na okres po uzyskaniu stopnia doktora. Dorobek po doktoracie obejmuje m.in. 7 prac w czasopismach z listy *JCR*, z sumarycznym współczynnikiem wpływu 22,65 oraz 12 publikacji konferencyjnych, w tym 5 rangi A według bazy *CORE*. Według bazy *Web of Science*, dla prac których Habilitant jest autorem lub współautorem, liczba cytowań wynosi 570 (534 bez autocytowań), zaś $I_H=13$. Baza *Scopus* natomiast podaje łączny współczynnik Hirsha równy 14 przy 604 cytowaniach (570 bez autocytowań). Baza danych *Google Scholar* podaje łączny współczynnik wpływu równy 18 przy 1120 cytowaniach (1063 bez autocytowań). Prace z cyklu mają łącznie w bazie *Google Scholar* ponad 580 cytowań, co dowodzi, że są one cenione i rozpoznawane w środowisku naukowym. Wymienione wskaźniki bibliometryczne należy uznać za bardzo dobre.

Habilitant angażuje się w przygotowanie i prowadzenie zajęć dydaktycznych, choć ten obszar jest znacznie skromniejszy niż badawczo-projektowa aktywność Kandydata. Pełnił funkcję promotora

pomocniczego w 2 przewodach doktorskich. Opiekę nad młodą kadrą należy uznać zatem za wystarczającą.

Podsumowanie

Oceniając całość prezentowanych osiągnięć i aktywności naukowej należy podkreślić, że Pan dr Marek Kopicki jest aktywnym i kreatywnym pracownikiem naukowym. Po uzyskaniu stopnia doktora może poszczycić się zauważalnymi osiągnięciami naukowymi z obszaru percepcji, uczenia i planowania w autonomicznej manipulacji robotycznej. Opublikowane prace, zawarte w powiązonym tematycznie cyklu publikacji, zawierały wartościowe i oryginalne rozwiązania problemów naukowych. Należy je jednoznacznie ocenić jako oryginalne i ciekawe koncepcyjnie. Prezentują rozwiązania świadczące o dojrzałości i samodzielności Habilitanta. Dr Marek Kopicki jest głównym lub wiodącym autorem większości publikacji z cyklu, ale umie również współpracować w zespole. Dla Kandydata do stopnia doktora habilitowanego, w dziedzinie nauk technicznych, przedstawione we wniosku osiągnięcia naukowe należy uznać za spełniające ustawowe wymagania.

Resumując, wniosek o nadanie Panu doktorowi Markowi Kopickiemu stopnia Doktora Habilitowanego w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja spełnia, moim zdaniem, wymagania określone w przepisach, w szczególności Ustawy z dnia 3 lipca 2018 roku – Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce - oraz art. 2019 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce – i należy uznać go za uzasadniony. Wniosek końcowy i konkluzja przeprowadzonej oceny jest jednoznacznie pozytywna.

