

prof. dr hab. inż. Bogdan Kwolek  
Wydział Informatyki  
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie



Kraków, 10.02.2026

Recenzja i ocena osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej  
dr. Marka Kopickiego  
w związku z postępowaniem habilitacyjnym w dziedzinie nauk inżyniersko-technicznych  
w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.

Podstawą formalną sporządzenia recenzji jest uchwała Rady Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Poznańskiej w postępowaniu habilitacyjnym dr. Marka Kopickiego oraz pismo DIiT-64-02/2025 z dnia 3 grudnia 2025 r. Dziekana WIiT PP Pana dr. hab. inż. Mikołaja Morzeego, prof. PP, zlecające mi wykonanie recenzji.

Poniższa ocena osiągnięć dr. Marka Kopickiego została przygotowana na podstawie następujących dokumentów:

1. Wykazu dorobku habilitacyjnego wraz z oceną własnego udziału, o których mowa w art. 219 ust. 1, pkt 2 ustawy.
2. Autoreferatu opartego na 9 artykułach naukowych składających się monotematyczny cykl publikacji oraz innych publikacjach i patentach, nie wchodzących w skład w/w osiągnięcia naukowego.
3. Oświadczeń współautorów prac.
4. Kopii publikacji składających się na cykl monotematyczny.
5. Analizy dorobku naukowego, sporządzonego przez Oddział Informacji Naukowej PP.

oraz w oparciu o:

1. Ustawę z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789 w związku z art. 179 ust. 2 ustawy w dnia 3 lipca 2018 r. Ustawę z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce oraz przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Dz. U. z 30 sierpnia 2018 r. poz. 1669).
2. Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodach doktorskich w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora.

## 1. Informacje ogólne - podstawowe dane o przebiegu pracy naukowo-dydaktycznej Habilitanta

Pan dr Marek Kopicki jest absolwentem [REDACTED] w [REDACTED] Studia na kierunku [REDACTED] w specjalności [REDACTED] ukończył w [REDACTED] uzyskując tytuł magistra. Promotorem pracy magisterskiej pt. [REDACTED] był Pan prof. [REDACTED]. W 2004 r. Habilitant ukończył studia na Wydziale Informatyki Uniwersytetu w Birmingham, uzyskując stopień magistra zaawansowanej informatyki w specjalności robotyka. Promotorem pracy magisterskiej [REDACTED] był prof. [REDACTED]. Stopień doktora w dyscyplinie informatyka, w zakresie robotyki uzyskał w 2010 r. na Wydziale Informatyki Uniwersytetu w Birmingham. Promotorem rozprawy [REDACTED] był prof. [REDACTED]. Od sierpnia [REDACTED] r. do kwietnia [REDACTED] r. był pracownikiem naukowym (Research Fellow) na Wydziale Informatyki Uniwersytetu w Birmingham. Od kwietnia [REDACTED] r. do kwietnia [REDACTED] r. był niezależnym pracownikiem naukowym (Independent Researcher) na Wydziale Informatyki Uniwersytetu w Birmingham. Od maja [REDACTED] r. do października [REDACTED] r. był [REDACTED] w [REDACTED]. Od marca 2022 r. jest adiunktem na Politechnice Poznańskiej.

Stwierdzam spełnienie przesłanki, o której mowa w art. 227 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce dotyczącej posiadania stopnia doktora (doktorat uzyskano na podstawie przepisów obowiązujących w polskim systemie prawa).

## 2. Merytoryczna ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego, w związku z wymaganiami określonymi w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy

### Ocena Osiągnięcia Naukowego Habilitanta

Na osiągnięcie naukowe pt. „Percepcja, uczenie i planowanie w autonomicznej manipulacji robotycznej”, stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego składa się dziewięć współautorskich artykułów naukowych. Prace stanowią cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które są ujęte w wykazach MNiSW/MEiN sporządzonych zgodnie z obowiązującymi przepisami. Prace stanowiące cykl publikacji publikowane były w znaczących czasopismach ze znaczącym współczynnikiem wpływu IF oraz na znaczących konferencjach (core rank A i B). Prace opublikowano w czasopismach IEEE Robotics and Automation Letters (2024, IF=5.3), Int. J. of Robotics Research (2019, IF=4.7, 2015, IF=6.6), Autonomous Robots (2019, IF=3.6, 2017, IF=2.24), a także w materiałach konferencji naukowych IEEE IROS (2016, 2014, core A) oraz IEEE ICRA (2014, 2011, core B). Sumaryczny współczynnik wpływu IF czasopism, w których publikowane były prace Habilitanta wynosi 22.65 (1772 punktów MNiSW/MEiN). Liczba cytowań bez autocytowań wg. Scopus równa jest 570. W sześciu pracach Habilitant był pierwszym autorem (wkład własny 52%, 75%, 50%, 60%, 60%, 50%) w dwóch pracach drugim autorem (wkład własny 48% oraz 23%) oraz ostatnim autorem w jednej

pracy (wkład własny 20%). Dołączone do autoreferatu oświadczenia współautorów prac potwierdzają decydujący udział Habilitanta przy powstawaniu prac współautorskich. Wszystkie prace dotyczą istotnych zagadnień w informatyce oraz sztucznej inteligencji, a w szczególności: (i) probabilistycznych modeli, modeli gęstości (KDE-based), (ii) uczenia na podstawie demonstracji, w tym z generalizacją one-shot (iii) integracji percepcji 3D z planowaniem, (iv) planowania generatywnego. Prace składające się na osiągnięcie naukowe zostały opublikowane w latach 2011 - 2024. Opracowane metody są nowatorskie oraz mają znaczący potencjał praktyczny. Zachowując właściwe standardy etyki naukowej, Habilitant przeprowadził rzetelną analizę własnego wkładu w opublikowane prace wskazując, że w pracach składających się na cykl jest autorem zasadniczych koncepcji.

Na cykl składa się dziewięć prac [M1-M9]. W pracy [M9] pt. „Learning to predict how rigid objects behave under simple manipulation”, która została opublikowana w materiałach konferencyjnych ICRA w 2011 r. zaproponowano metody uczenia modeli predykcji ruchu sztywnych obiektów poddawanych prostym manipulacjom pchającym, łącząc regresję globalnego ruchu z lokalnymi modelami probabilistycznymi opartymi na estymacji gęstości KDE. Pokazano, że połączenie wielu lokalnych modeli kontaktów jako iloczynu rozkładów pozwala zwiększyć zdolność systemu do generalizacji i dokładniejszego przewidywania zachowania obiektów. W pracy [M7] pt. „Kinematically optimised predictions of object motion”, która została zaprezentowana na konferencji IROS w 2014 r. zaproponowano metodę kinematycznej optymalizacji predykcji ruchu manipulowanych obiektów, rozszerzając wcześniejsze podejście o zapewnienie fizycznej wykonalności trajektorii. Uzyskano dokładniejsze i bardziej realistyczne predykcje ruchu, także dla nieznanymi obiektów manipulowanych wielopalcową ręką robota, w tym także możliwość działania w czasie rzeczywistym. W pracy [M4] pt. „Learning modular and transferable forward models of the motions of push manipulated objects”, która została opublikowana w czasopiśmie Autonomous Robots w 2017 r. zaproponowano modułowe, transferowalne modele predykcji ruchu obiektów manipulowanych przez popychanie, oparte na uczeniu z danych, estymacji gęstości oraz podejściu product-of-experts wykorzystującym informacje o kontaktach. Głównym wynikiem jest wykazanie możliwości transferu wyuczonych modeli między obiektami i zadaniami oraz osiągnięcie dokładności predykcji porównywalnej, a czasem lepszej niż w symulatorach fizyki, co potwierdzono także eksperymentami na rzeczywistych obiektach. W pracy [M8] pt. „Learning dexterous grasps that generalise to novel objects by combining hand and contact models”, która została zaprezentowana na konferencji ICRA w 2014 r. zaprezentowano ważne rozwiązania, które następnie rozwijano w pracach [M5,M6,M3]. Zaproponowane podejście oparte jest o dwa modele (dwa typy gęstości prawdopodobieństwa): model kontaktu (relacja między elementami dłoni (palce, segmenty) a lokalnymi cechami powierzchni obiektu (czyli *gdzie* i *jak* dany element dłoni styka się z obiektem) oraz model dłoni (rozkład konfiguracji całej dłoni). Uczenie chwytu odbywa się na podstawie kinestetycznej demonstracji jednego chwytu, który można przenieść na nowy obiekt (tzn. uzyskano *grasp transfer* w oparciu o statystykę kontaktów). Dla nowego obiektu generuje się

tysiące kandydatów chwytów (w czasie krótszym od 30 s.), a następnie wybiera się najlepszy poprzez maksymalizację iloczynu modeli (co jest formą *product of experts*). Proponowane podejście umożliwia generalizację chwytów na nowe obiekty nawet przy niepełnej rekonstrukcji ich geometrii. W pracy [M6] pt. „One-shot learning and generation of dexterous grasps for novel objects”, która została opublikowana w czasopiśmie *Int. J. of Robotics Research* w 2015 r. zasadniczą nowością rozwiązania jest to, że udoskonalony model uczy się kilku typów chwytów z jednego przykładu, a następnie system wybiera najlepszy dla obiektu testowego. W pracy [M5] pt. „Active vision for dexterous grasping of novel objects”, która została zaprezentowana na konferencji IROS w 2016 r., w odróżnieniu od poprzednich prac, które planują chwyt z danych pasywnych, dodano element aktywnej wizji. Zasadniczym wkładem pracy jest integracja percepcji i planowania chwytu, tzn. chwyt realizowany jest jako *closed perception-action loop*. Dzięki ukierunkowanemu ruchowi sensora oraz wyznaczaniu widoków na podstawie niepewności chwytu uzyskano poprawę skuteczności chwytania. W pracy [M3] pt. „Dynamic grasp and trajectory planning for moving objects”, która została opublikowana w czasopiśmie *Autonomous Robots* w 2019 r. zaprezentowano system umożliwiający chwytanie poruszających się obiektów, m.in. w scenariuszach współpracy człowieka z robotem. Zasadniczym wkładem pracy są rozwiązania na potrzeby integracji planowania chwytów z planowaniem trajektorii w scenach dynamicznych. W pracy [M2] pt. „Learning better generative models for dexterous, single-view grasping of novel objects”, która została opublikowana w czasopiśmie *Int. J. of Robotics Research* w 2019 r. zaproponowano rozszerzone generatywne modele chwytów dla nowych obiektów obserwowanych z pojedynczego widoku, wprowadzając model chwytu zależny od widoku, metody łączenia i kompresji modeli kontaktów oraz nowy sposób generowania i oceny kontaktów. Zasadniczym elementem innowacyjnym jest rozwiązanie umożliwiające ciągłe doskonalenie modeli poprzez włączanie chwytów wygenerowanych i wykonanych na nowych obiektach jako dodatkowych przykładów treningowych, co w konsekwencji zwiększa skalowalność. W pracy [M1] pt. „Underactuated Dexterous Robotic Grasping with Reconfigurable Passive Joints”, która została opublikowana w czasopiśmie *IEEE Robotics and Automation Letters* w 2024 r. zaprezentowano nowy niedoaktuowany chwytak trójpalczasty z rekonfigurowalnymi pasywnymi przegubami (RP-joint) oraz metodę planowania chwytów uczącą się zręcznych manipulacji z pojedynczych przykładów, z wykorzystaniem optymalizacji kontaktu kinestetycznego.

Najbardziej istotna jest koncepcja bardziej strukturalnych modeli w stosunku do podejść znanych przed opublikowaniem pracy M8 [ICRA 2014], w której Habilitant zaproponował osobny probabilistyczny model kontaktów palec–obiekt (KDE kontaktów) oraz osobny probabilistyczny model konfiguracji ręki (rozdzielające geometrię obiektu oraz kinematykę dłoni), a także *product-of-experts*, co złożyło się na probabilistyczne modele kontaktów chwytu, a w szczególności na nieznane wcześniej możliwości generalizacji na podstawie pojedynczego chwytu manipulacyjnego. Zasadnicze koncepcje zostały opatentowane przez Habilitanta („Grasp Modelling”, Patent WO/2014/188177, list. 2014). Warto wspomnieć o wkładzie Habilitanta w zakresie integracji percepcji 3D z planowaniem chwytu, mając na względzie ówczesny rozwój metod opartych

o chmury punktów. Podsumowując, najważniejszym wkładem cyklu prac [M8, M6, M5, M3, M2] są rozwiązania umożliwiające (i) jawne modelowanie kontaktów ręka–obiekt jako rozkładów prawdopodobieństwa, (ii) wykorzystanie KDE i product-of-experts do generowania chwytów, (iii) transfer chwytów między obiektami na podstawie lokalnej geometrii. Dość istotne są rozwiązania dla pasywnego przegubu, umożliwiającego nowy sposób rekonfiguracji niedosterowanych dłoni robotycznych. Nowość wynika z hardware-software co-design (integracji sprzętu i oprogramowania), to znaczy nie tylko akcentowaniu uczenia chwytu, ale także projektowania dłoni. Praca M1 (IEEE TAL, 2024) analizuje chwytanie wielopalczastymi chwytakami niedosterowanymi z rekonfigurowalnymi stawami pasywnymi oraz integruje projekt sprzętu z modelowaniem probabilistycznym. Zaproponowano nowy typ chwytaka z pasywnymi rekonfigurowalnymi stawami oraz planowanie chwytu uwzględniające ich mechanikę. Praca z 2014 r. zakłada pewną konfigurację dłoni, zaś w pracy z 2024 r. nie wszystkie DOF są sterowane, zaś chwytak adaptuje się mechanicznie. Omawiane rozwiązania złożyły się na patent (“A joint for movably connecting two members”, M. Kopicki (75%), S. Ansary (25%), Patent WIPO ST 10/C PL450216, 2024). Omawiane prace ilustrują zasadniczą zmianę koncepcyjną od chwytu rozumianego jako: grasp learning = perception + probabilistic modeling na chwyt rozumiany jako: grasp learning = perception + probabilistic modeling + morphology + interaction planning. Istotność rozwiązania wynika z tego, że metody oparte o duże modele sieci neuronowych ignorują sprzęt, pomijając to, że wymagają one znaczącej liczby przykładów, nie są interpretowalne, itp., innymi słowy pokazano, że „hardware intelligence matters”. Omawiana zmiana koncepcyjna jest istotna.

W pozostałych pracach składających się na cykl publikacji zaproponowano rozwiązania umożliwiające: (i) integrację planowania percepcji z planowaniem chwytu, dobór widoku na podstawie niepewności chwytu (aktywną zmianę pozy kamery celem akwizycji danych i uzyskania lepszej odporności na przysłonięcia oraz lepszej rekonstrukcji obiektu), (ii) integrację probabilistycznego planowania chwytu z planowaniem trajektorii dla obiektów w ruchu, w tym także ocenę bezpieczeństwa trajektorii, (iii) ulepszenie generatywnych modeli chwytu dla pojedynczego widoku obiektu wraz z redukcją rozmiaru modeli probabilistycznych, (v) przewidywania ruchów sztywnego obiektu podczas manipulacji. Proponowane metody i techniki zweryfikowane zostały empirycznie na rzeczywistych robotach, w tym także z wykorzystaniem symulatorów PhysX oraz MuJoCo. Opis osiągnięcia naukowego zawarty zastał w 52-stronicowym opracowaniu w języku polskim oraz 53-stronicowym opracowaniu w języku angielskim. Prezentacja osiągnięć naukowych jest wyczerpująca.

Na podstawie publikacji dołączonych do autoreferatu i składających się na dorobek habilitacyjny stwierdzam, że rezultaty uzyskane w prezentowanym cyklu, powiązanych tematycznie są cenne poznawczo i uzyskane zostały właściwymi metodami badawczymi.

## **Ocena pozostałego dorobku naukowego**

Dorobek naukowy za lata 2004 – 2025 obejmuje 46 współautorskich prac, w tym 4 autorskie prace. Na dorobek po uzyskaniu doktoratu składa się 9 prac składających się na cykl oraz 13 recenzowanych prac. Pozostałe prace dotyczyły modeli ewaluacyjnych, ponownego planowania trajektorii z wykorzystaniem informacji dotykowych, wyboru chwytu istotnego dla zadania, planowanie efektywnych trajektorii ze względu na moment obrotowy, uczenia predykcji w manipulacji robotycznej, w tym predykcji wieloetapowej oraz predykcji w oparciu o zasady minimalnej energii, predykcji z ekspertem uproszczonej fizyki, transferu akcji oraz kształtu, uczeniu transferu opartego na cechach, śledzenia online w oparciu o modele predykcyjne, propagowania cząstek filtru cząsteczkowego z jednego kroku predyktora-korektora do następnego, dwupoziomowego planera RRT (Rapidly-exploring Random Trees), planowaniu robotycznego popychania w oparciu o modele predykcji. Prace opublikowano w materiałach konferencji IROS (2016, 2013, 2012), ICRA (2018), IEEE Humanoids (2017, 2016) oraz indeksowanym czasopiśmie Int. J. of Humanoid Robotics (2022). Pozostały dorobek naukowy jest znaczący i wpisuje się w dorobek naukowy wskazany jako osiągnięcie naukowe.

## **Wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja**

Prace składające się na dorobek habilitacyjny stanowią spójny tematycznie ciąg publikacji oraz wnoszą istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja. Zasadniczy nurt interdyscyplinarnych badań umiejscowiony jest w obszarze szeroko pojętej informatyki, sztucznej inteligencji oraz robotyki. Wkład Habilitanta dotyczy w szczególności percepcji, uczenia i planowania na potrzeby autonomicznej manipulacji. Znacząca część prac dotyczy przewidywania ruchu obiektów podczas manipulacji. Wkład w dziedzinę obejmuje rozwój generatywnych modeli, w tym generatywnych modeli kontaktów, uczenia modeli generatywnych modeli kontaktów, klasteryzacji (także selekcji, gęstości, optymalizacji, kompresji) modeli kontaktów, uczenia kinestetycznego na podstawie przykładów, modeli chmur punktów, reprezentacji gęstości jądra KDE, próbkowania oraz aktywnej percepcji. Proponowane rozwiązania wymagały użycia zaawansowanego aparatu matematycznego i informatycznego, a także modeli fizyki. Habilitant zaproponował innowacyjne podejścia. Zaproponowane rozwiązania są wartościowe, o znaczącym potencjale aplikacyjnym. Nie ulega także wątpliwości, że wzrasta rozpoznawalność prac Habilitanta. Zdaniem recenzenta, linia prac jest bardzo interesująca i niestety trochę niedoceniana.

Podsumowując uważam, że przedstawiony przez Habilitanta cykl powiązanych tematycznie publikacji stanowi istotne osiągnięcie naukowe oraz spełnia ustawowe i zwyczajowe wymagania stawiane habilitantom w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja.

### 3. Ocena istotnej aktywności naukowej

Wyniki prac naukowych Habilitanta zostały opublikowane w znaczących czasopismach IJRR, Aut. Rob. oraz znaczących konferencjach IROS oraz ICRA. Habilitant wykazał się dużą aktywnością naukową. Dorobek naukowy habilitanta ma charakter jakościowy. Jest autorem otwartego oprogramowania robotycznego Golem. Był kierownikiem grantu ProRoc pt. „Products of experts for robotic manipulation” finansowanego przez NCN (1.1m PLN, NCN Polonez Bis, 2022-2024), zastępcą kierownika w grantie EU pt. „RoMaNS: Robotic Manipulation for Nuclear Sort and Segregation” (6.4m EUR, H2020, 2015-1018), zastępcą kierownika w grantie pt. „Machine-learning of Vision-guided Bi-manual Grasps, for Adaptable Autonomous Manipulation in Manufacturing Environments” (63k GBP, Loughborough EPSRC Centre for Intelligent Automation case study award, 2015-2018). Był także koordynatorem prac oraz liderem pokazów przeglądu projektów robotycznych w dużych grantach UE (FP7 PaCMan oraz RoMaNS H2020) oraz liderem pierwszej demonstracji autonomicznego robota chwytającego materiały niebezpieczne w przemyśle jądrowym (National Nuclear Lab, UK). Habilitant wygłosił kilkanaście wykładów na zaproszenie, m.in. Uniwersytet Techniczny w Darmstadt, 2024, Crossrail, Londyn, 2018, KTH Royal Institute of Technology, Szwecja, 2011). Prezentacja pt. „Robotic manipulation and grasping of objects” uzyskała nagrodę Best Speaker Award na Science Polish Perspectives (Oxford, 2014). Habilitant recenzuje prace dla uznanych czasopism i konferencji. Habilitant prowadził także zajęcia dydaktyczne (wykłady i zajęcia laboratoryjne - Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki PP, 2022, 2025, wykłady - Uniwersytet w Birmingham, 2012-2013, zajęcia laboratoryjne - Uniwersytet w Birmingham, 2003-2005). Był współpromotorem dwóch doktoratów na Uniwersytecie w Birmingham (2018, 2019).

Podsumowując tę część opinii stwierdzam, że Habilitant wykazał się dużą aktywnością naukową. Warto podkreślić, że wartości wskaźników bibliometrycznych przewyższają wartości stawiane kandydatom do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

#### Wnioski końcowe i rekomendacja

Podsumowując stwierdzam, że zarówno cykl prac stanowiących osiągnięcie naukowe będące podstawą wystąpienia doktora Marka Kopickiego o stopień doktora habilitowanego, jak i pozostałe osiągnięcia Habilitanta reprezentują wyróżniający się poziom naukowy i wnoszą istotny wkład w rozwój dziedzin informatyka techniczna i telekomunikacja oraz robotyka. Wyniki badań naukowych zaprezentowane w cyklu publikacji, a także spójne wnioski z uzyskanych wyników, przedyskutowane w autoreferacie są podstawą do stwierdzenia, że dorobek naukowy Habilitanta jest znaczący. Uważam, że spełnione są warunki określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789 w związku z art. 179 ust. 2 ustawy w dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Dz. U. z 30 sierpnia 2018 r. poz. 1669) i wnioskuję o dopuszczenie dr. Marka Kopickiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

*Gopdon Kwoley*