



Dr hab. Bartosz Zielński, prof. UJ  
Wydział Matematyki i Informatyki  
Uniwersytet Jagielloński  
[bartosz.zielinski@uj.edu.pl](mailto:bartosz.zielinski@uj.edu.pl)

Kraków, 1 lutego 2026 r.

Recenzja naukowego osiągnięcia habilitacyjnego  
**dra Marka Kopickiego**  
z tytułowanego:  
**Percepcja, uczenie i planowanie w autonomicznej manipulacji robotycznej**

Niniejsza recenzja została przygotowana zgodnie z decyzją Rady Doskonałości Naukowej z dnia 14 listopada 2025 r. oraz uchwały nr 2025-10074 Rady Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Poznańskiej z dnia 25 listopada 2025 r.

Zgodnie z wnioskiem Habilitanta, dra Marka Kopickiego, podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja, jest osiągnięcie naukowe w postaci cyklu dziewięciu powiązanych tematycznie publikacji opublikowanych w czasopiśmie naukowych i w recenzowanych materiałach międzynarodowych konferencji naukowych oraz dwóch patentów.

### **I. Sylwetka Habilitanta**

Dr Marek Kopicki uzyskał stopień doktora informatyki w 2010 r. na Uniwersytecie w Birmingham (Wielka Brytania) broniąc rozprawę pt. [REDACTED] robotycznej". W latach [REDACTED] dr Kopicki pracował na Wydziale Informatyki Uniwersytetu w Birmingham, najpierw jako pracownik naukowy, a potem niezależny pracownik naukowy. W latach [REDACTED] pełnił funkcję [REDACTED]. Od marca 2022 r. pracuje na stanowisku adiunkta na Politechnice Poznańskiej.

### **II. Ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę do uzyskania stopnia doktora habilitowanego**

Osiągnięcie naukowe Habilitanta składa się z dziewięciu publikacji na temat robotycznego uczenia chwytania obiektów [M1-M9], które podsumować można w następujący sposób:

[M1] W publikacji tej Habilitant mierzy się z problemem ograniczonej wszechstronności robotów w dynamicznych środowiskach magazynowych. Na uwagę zasługuje autorska propozycja rekonfigurowalnego chwytaka trójpalczastego, w którym zastosowano nowatorski

32

mechanizm pasywnych stawów RP-joint. Autor słusznie wskazuje, że rozwiązania typu underactuated oferują elastyczność, lecz wymagają zaawansowanego planowania ze względu na dynamikę kontaktu. Zaproponowany algorytm planowania, potrafiący wykorzystać interakcje z otoczeniem do zmiany konfiguracji palców bez potrzeby stosowania wewnętrznych napędów, stanowi istotne uproszczenie konstrukcyjne. Skuteczność systemu, łączącego wysoką zręczność z dużą siłą udźwigu, została przekonująco potwierdzona w eksperymentach na zróżnicowanych obiektach z zestawów IKEA oraz YCB.

[M2] Praca ta stanowi istotny wkład w dziedzinę chwytania nieznanymi obiektami przy ograniczonej informacji wizualnej (single-view). Habilitant trafnie identyfikuje słabości klasycznych metod analitycznych oraz modeli opartych na pamięci, proponując w ich miejsce autorską metodę bazującą na trzech innowacjach: modelach specyficznych dla punktu widzenia, kompresji wiedzy z demonstracji oraz nowatorskiej funkcji pewności kontaktu. Na szczególne podkreślenie zasługuje wykazany w badaniach wzrost skuteczności chwytania z 55,1% do 81,6%. Wartościowym wynikiem jest również udowodnienie zdolności systemu do samo-doskonalenia poprzez wykorzystanie udanych prób jako danych treningowych, co pozwoliło na osiągnięcie finalnej skuteczności na poziomie 87,8%.

[M3] W tej publikacji Autor podejmuje nietrywialne wyzwanie chwytania obiektów będących w ruchu, co ma kluczowe znaczenie w scenariuszach współpracy człowiek-robot czy pracach podwodnych. Za cenny wkład uważam odejście od prostego łączenia wizji z planistami na rzecz zintegrowanego systemu śledzenia i chwytania. Zaproponowany mechanizm dynamicznego przełączania się między planistą lokalnym (odpowiedzialnym za fazę pre-grasp) a globalnym (reagującym na sytuacje krytyczne i utratę widoczności) zapewnia niezbędną ciągłość operacji. Wyniki badań potwierdzają, że takie podejście znacząco zwiększa niezawodność systemów pracujących w czasie rzeczywistym poprzez skuteczną asystę ruchowi obiektu.

[M4] Habilitant przedstawia tu autorską metodę modułowego uczenia maszynowego do przewidywania skutków manipulacji, która stanowi konkurencyjną alternatywę dla uniwersalnych symulatorów fizycznych. Podejście oparte na rozłożeniu procesów poznawczych na czynniki pierwsze oraz wykorzystaniu zaawansowanych reprezentacji ruchu i kontaktów pozwoliło na uzyskanie precyzji przewyższającej standardowe silniki fizyczne. Za istotny atut pracy należy uznać zdolność modelu do transferu wiedzy na zupełnie nowe kształty i działania, przy jednoczesnym zachowaniu elastyczności modelu.

[M5] Publikacja ta w interesujący sposób rozwiązuje problem współzależności między jakością rekonstrukcji geometrycznej a planowaniem chwytu. Habilitant proponuje nowatorską pętlę zwrotną integrującą aktywny system wizyjny z planistą. Zamiast rutynowego skanowania, system inteligentnie nakierowuje kamerę na kluczowe obszary, wykorzystując wstępne propozycje chwytów. Taka selektywność nie tylko optymalizuje punkty styku i bezpieczeństwo trajektorii, ale również, co potwierdziły testy na 14 nowych obiektach, pozwala na znaczącą redukcję liczby ujęć przy jednoczesnym wzroście skuteczności manipulacji w nieznanym środowisku.

[M6] Habilitant koncentruje się tutaj na problemie generalizacji precyzyjnych chwytów dla dłoni o wysokiej liczbie stopni swobody. Zaproponowana metoda typu one-shot learning, wykorzystująca mechanizm product of experts, wyróżnia się na tle rozwiązań wymagających ogromnych zbiorów danych. Połączenie lokalnych modeli kontaktu ogniów z globalnym modelem konfiguracji dłoni pozwala na elastyczną adaptację do nowej geometrii. Wysoka skuteczność metody została rzetelnie udokumentowana eksperymentami na kilkudziesięciu różnorodnych obiektach, wykazując przy tym dużą odporność na szum w chmurze punktów oraz brak informacji o kategorii przedmiotu.

[M7] W pracy tej Habilitant słusznie punktuje niedoskonałości tradycyjnych symulatorów (brak precyzji) oraz czystych modeli uczenia maszynowego (generowanie scenariuszy fizycznie niemożliwych). Zaproponowana w odpowiedzi metoda hybrydowa umiejętnie łączy zalety obu podejść. Kluczowym wkładem jest zastosowanie procedury optymalizacyjnej z mechanizmem wykrywania kolizji do korygowania prognoz i oczyszczania danych z szumu. Wyniki badań dowodzą, że podejście to pozwala uzyskać trajektorie precyzyjne i zgodne z prawami fizyki, wykazując przy tym wysoką zdolność do generalizacji na nowe działania i kształty generowane dynamicznie z chmur punktów.

[M8] Publikacja ta podejmuje problem chwytania nieznanymi przedmiotów za pomocą wielopalczastych dłoni robotycznych. Habilitant proponuje innowacyjne podejście probabilistyczne, oparte na uczeniu się z zaledwie jednego lub dwóch przykładów. Stworzenie funkcji gęstości dla każdego ogniwa dłoni pozwoliło na precyzyjne opisanie relacji między palcami a lokalną geometrią obiektu. Zastosowanie procedury Monte Carlo oraz symulowanego wyżarzania (ang. simulated annealing) umożliwia odnalezienie optymalnego kinematycznie chwytu na nowym obiekcie. Metoda ta skutecznie łączy precyzję modeli lokalnych z elastycznością podejść globalnych, co potwierdzono generalizując różne typy chwytów na szeroki zestaw przedmiotów.

[M9] W ostatniej z omawianych prac Habilitant odchodzi od implementowania gotowych praw mechaniki newtonowskiej na rzecz ekstrakcji wiedzy o manipulacji bezpośrednio z danych. Traktowanie interakcji fizycznych jako rozkładów prawdopodobieństwa pozwoliło na stworzenie modelu przewidującego relatywne zmiany pozycji obiektów w pełnych 6 stopniach swobody. Eksperymenty z udziałem fizycznego robota potwierdziły, że tak sformułowany model probabilistyczny przewyższa klasyczne schematy regresji. System wykazał zdolność do radzenia sobie ze złożonymi zjawiskami, jak przechyłanie czy przewracanie się brył 3D, bez potrzeby posiadania kompletnej wiedzy o ich parametrach fizycznych a priori.

**Publikacje stanowiące osiągnięcie naukowe Habilitanta oceniam pozytywnie.** Prace te cechują się rzetelną metodologią i zostały opublikowane w renomowanych czasopismach naukowych. Warto podkreślić, że Habilitant jest pierwszym lub drugim autorem większości z nich, a jego udział merytoryczny jest znaczący (średnio ok. 50%). Przy wskazanej liczbie współautorów świadczy to o wiodącym zaangażowaniu w realizację badań. Pewną wątpliwość budzi jednak rozkład czasowy dorobku: osiem z prezentowanych artykułów

zostało opublikowanych przed 2020 rokiem, a tylko jeden [M1] ukazał się w ostatnim czasie. Zauważalna jest zatem luka publikacyjna przypadająca na lata 2020–2024. Sytuacja ta jest o tyle zastanawiająca, że w latach 2022–2024 Habilitant pełnił funkcję kierownika grantu NCN Polonez Bis, co zazwyczaj wiąże się z intensyfikacją aktywności publikacyjnej.

### **III. Ocena aktywności naukowej stanowiącej podstawę do uzyskania stopnia doktora habilitowanego**

**Habilitant niewątpliwie wykazuje się istotną aktywnością naukową, rozwijaną konsekwentnie w polskich i zagranicznych instytucjach naukowych oraz w sektorze przemysłowym.** Jego ścieżka badawcza, rozpoczęta studiami fizycznymi na Uniwersytecie Adama Mickiewicza, ewoluowała w stronę robotyki i informatyki, czego zwieńczeniem był doktorat uzyskany na Uniwersytecie w Birmingham i grant NCN Polonez Bis uzyskany na Politechnice Poznańskiej. Doświadczenie zawodowe Habilitanta zostało wzbogacone rolą [REDACTED]. Obecnie dorobek Habilitanta obejmuje ponad 30 recenzowanych publikacji w prestiżowych tytułach (m.in. IJRR, RA-L, ICRA) oraz autorskie oprogramowanie Golem, wykorzystywanego w kilku inicjatywach robotycznych UE. Warto również podkreślić sukcesy w pozyskiwaniu finansowania, w tym rolę głównego badacza projektu MSCA COFUND ProRoc i posiadanie dwóch zgłoszeń patentowych.

### **IV. Pytania do Habilitanta**

1. W badaniach opisanych w [M2] wykazał Pan, że klasteryzacja modeli kontaktu znacząco podnosi skuteczność chwytania (z 55,1% do 81,6%). Czy istnieje jednak punkt krytyczny, w którym dalsza kompresja modeli kontaktu (zbyt duża liczba członków w jednym klastrze) zaczyna negatywnie wpływać na precyzję chwytu?
2. Większość Pana prac opiera się na probabilistycznych modelach generatywnych i estymacji gęstości jądra (KDE). Obecnie w robotyce dominuje trend uczenia głębokiego typu end-to-end (np. na Transformerach). Jak Pana podejście, które kładzie duży nacisk na strukturę problemu i lokalną geometrię kontaktu, broni się w starciu z tymi metodami?
3. W publikacji [M4] i autoreferacie stwierdza Pan, że zaproponowane modułowe modele predykcji ruchu (forward models) potrafią przewyższyć precyzją standardowe symulatory fizyczne. W jakich konkretnie scenariuszach fizycznych (np. tarcie statyczne, pchanie wzdłuż krawędzi, kolizje wielokrotne) Pana metoda wykazuje największą przewagę?
4. W pracy [M5] porusza Pan problem wzajemnej zależności między planowaniem chwytu a jakością rekonstrukcji geometrycznej. Pana system kieruje kamerą na kluczowe obszary kontaktu. Jak system zachowuje się w przypadku obiektów o trudnych właściwościach optycznych (powierzchnie lustrzane, przezroczyste), gdzie tradycyjne czujniki głębi zawodzą?
5. W pracy [M3] opisuje Pan system chwytania obiektów w ruchu, oparty na przełączaniu się między planistą lokalnym a globalnym. Jak Pan ocenia odporność

tego rozwiązania na ruchy o wysokiej nieprzewidywalności (ruch antagonistyczny, podczas którego człowiek przeciwdziała działaniom robota)?

6. Biorąc pod uwagę realizację prestiżowego projektu NCN Polonez Bis w latach 2022–2024, proszę o wyjaśnienie, z czego wynika Pana relatywnie niska aktywność publikacyjna w tym okresie oraz czy wyniki uzyskane w ramach tego grantu są obecnie w procesie redakcyjnym (under review), czy też ich upowszechnienie planowane jest w innym terminie?

#### **V. Podsumowanie**

**Podsumowując stwierdzam, że osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę do uzyskania stopnia doktora habilitowanego stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja. Ponadto, Habilitant wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w polskich i zagranicznych instytucjach naukowych. W tym zakresie, spełnia on formalne i zwyczajowe wymagania stawiane w postępowaniach habilitacyjnych. Dlatego wnioskuję o dopuszczenie dra Marka Kopicznego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.**

Z poważaniem,

