Szczecin, 11.09.2022 r.

Prof. dr hab. inż. Stefan Domek
Katedra Automatyki i Robotyki
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Recenzja dotycząca wniosku doktor inżynier Joanny Ewy Ratajczak w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika,

1. Informacje ogólne

Podstawą sporządzenia recenzji na potrzeby komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika dr inż. Joannie Ratajczak, powołanej przez Radę Doskonałości Naukowej (uchwała nr 461/19/RDND02/2021-2024), było pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Wrocławskiej nr RDN AEE/129/2022 z dnia 18.07.2022 r. (zawiadomienie nr 12/07/D02/2022).

Pani Joanna Ratajczak ukończyła w roku 2007 studia na Wydziale Elektroniki Politechniki Wrocławskiej, kierunek Automatyka i Robotyka, uzyskując tytuł magistra inżyniera po obronie pracy dyplomowej „Modele i algorytmy sterowania robotów podwodnych" (promotor – prof. dr hab. inż. Krzysztof Tchoń). W roku 2012 obroniła w Instytucie Informatyki, Automatyki i Robotyki Politechniki Wrocławskiej pracę doktorską w dyscyplinie automatyka i robotyka „Aproksymacja algorytmów planowania ruchu robotów" (promotor – prof. dr hab. inż. Krzysztof Tchoń). W tym samym roku rozpoczęła pracę w Instytucie Informatyki, Automatyki i Robotyki na Wydziale Elektroniki Politechniki Wrocławskiej na stanowisku asystenta. Od roku 2015 do chwili obecnej pracuje na stanowisku adiunkta w Katedrze Cybernetyki i Robotyki na Wydziale Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów Politechniki Wrocławskiej (wcześniej na Wydziale Elektroniki).

W swoim wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika, z dnia 11.04.2022 r. dr inż. Joanna Ewa Ratajczak zgłosiła osiągnięcie naukowe *Jakobianowe algorytmy planowania ruchu dla modeli holonomicznych i nieholonomicznych układów robotycznych bazujące na paradygmacie endogenicznej przestrzeni konfiguracyjnej: analiza teoretyczna, własności, symulacyjne badania porównawcze* obejmujące cykl dziewięciu publikacji powiązanych tematycznie. Do wniosku dołączyła autoreferat w języku polskim przedstawiający opis osiągnięcia naukowego oraz informacje o aktywności naukowej

RDN AEE/165/2022

realizowanej w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej, o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę, o otrzymanych nagrodach i wyróżnieniach, wykonanych recenzjach artykułów, projektach badawczych, współpracy z przemysłem, a także odpis dyplomu nadania stopnia doktora nauk technicznych, kopie publikacji naukowych wchodzących w skład osiągnięcia z oświadczeniami współautorów publikacji zbiorowych, określającymi indywidualny wkład w ich powstanie.

Recenzja została opracowana zgodnie z wymaganiami określonymi w art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r., poz. 478, z późn. zm.), uszczegółowionymi wzorem „wykazu osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczący wkład w rozwój określonej dyscypliny" opublikowanym na stronie internetowej Rady Doskonałości Naukowej.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Przedstawiony do oceny cykl powiązanych tematycznie publikacji naukowych obejmuje łącznie dziewięć artykułów opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora, indeksowanych w bazie *SCIE Web of Science* z listy *Journal Citation Reports* (JCR), w tym osiem ze współczynnikiem oddziaływania *Impact Factor* (IF) na rok opublikowania:

1. **Ratajczak J.**: Design of inverse kinematics algorithms: extended Jacobian approximation of the dynamically consistent Jacobian inverse. *Archives of Control Sciences*, vol. 25 (1), 2015, s. 35–50 (punktacja MNiSW/MNiE: 15).
2. **Ratajczak J.**, Tchoń K.: Dynamically consistent Jacobian inverse for mobile manipulators. *International Journal of Control*, vol. 89 (6), 2016, s. 1159–1168 (IF=2.208, 25 pkt. MNiSW/MNiE:).
3. Tchoń K., **Ratajczak J.**: Dynamically Consistent Jacobian Inverse for Non-holonomic Robotic Systems. *Nonlinear Dynamics*, vol. 85 (1), 2016, s. 107–122 (IF=3.464, 45 pkt. MNiSW/MNiE).
4. **Ratajczak J.**, Tchoń K.: On dynamically consistent Jacobian inverse for non-holonomic robotic systems. *Archives of Control Sciences*, vol. 27 (4), 2017, s. 555–573 (IF=1.545, 15 pkt. MNiSW/MNiE).
5. **Ratajczak J.**, Tchoń K.: Dynamic non-holonomic motion planning by means of dynamically consistent Jacobian inverse. *IMA Journal of Mathematical Control and Information*, vol. 35 (2), 2018, s. 479–489 (IF=1.00, 25 pkt. MNiSW/MNiE).
6. Tchoń K., **Ratajczak J.**: General Lagrange-type Jacobian inverse for nonholonomic robotic systems. *IEEE Transactions on Robotics*, vol. 34 (1), 2018, s. 256–263 (IF=6.483, 50 pkt. MNiSW/MNiE).
7. Tchoń K., Respondek W., **Ratajczak J.**: Normal forms and configuration singularities of a space manipulator. *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, vol. 93 (3-4), 2019, s. 621–634 (IF=2.259, 100 pkt. MNiSW/MNiE).
8. **Ratajczak J.**, Tchoń K.: Normal forms and singularities of non-holonomic robotic systems: A study of free-floating space robots. *Systems & Control Letters*, vol. 138, 2020, s. 1–9 (IF=2.804, 100 pkt. MNiSW/MNiE).

9. **Ratajczak J.**, Tchoń K.: Coordinate-Free Jacobian Motion Planning: A 3-D Space Robot. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 2021, s. 1–8 (IF=13.451, 200 pkt. MNiSW/MNiE).

Habilitantka jest samodzielnym autorem jednej pracy. Pozostałe prace mają charakter współautorski i powstały w praktycznie stałym zespole badaczy, w tym siedem z nich we współpracy z profesorem Krzysztofem Tchoniem, twórcą teorii endogenicznej przestrzeni konfiguracyjnej. Wkład Habilitantki w ich przygotowanie, według oświadczeń współautorów był dominujący lub proporcjonalny i obejmował zagadnienia z teorii planowania ruchu i przestrzeni konfiguracyjnej manipulatorów mobilnych, weryfikację wywodów matematycznych, analizę porównawczą wyników badań symulacyjnych oraz współredakcję tekstów. Dotyczył zatem elementów istotnych dla opracowania wartościowej publikacji a równocześnie potwierdził umiejętność pracy Habilitantki w zespole, co w dzisiejszych naukach technicznych jest bardzo ważne ze względu na złożoność i czasochłonność rozważań teoretycznych i niezbędnych badań weryfikacyjnych.

Cykl obejmuje pozycje o wyraźnym spoiwie merytorycznym, dotyczącym w ogólności problematyki planowania ruchu manipulatorów mobilnych (na przykładzie manipulatorów kosmicznych). Habilitantka zajmowała się opracowaniem nowych algorytmów planowania ruchu wykorzystujących dynamicznie zgodną odwrotność jakobianu dla układów holonomicznych i nieholonomicznych oraz teorię endogenicznej przestrzeni konfiguracyjnej, w tym definiowanie postaci pre-normalnych i normalnych dla układu manipulatora kosmicznego o dowolnej liczbie stopni swobody wraz z analizą osobliwości układu.

Do zgłoszonego jako osiągnięcie będące główną przesłanką ubiegania się o stopień doktora habilitowanego cyklu publikacji, spośród wielu prac włączyła te, które wniosły oryginalny wkład w rozwój omawianej tematyki. I tak:

– W pracy [1] wyprowadzony został algorytm typu jakobianu rozszerzonego, który w efektywny sposób aproksymuje algorytm jakobianu dynamicznie zgodnego dla stacjonarnych manipulatorów redundantnych. Jego skuteczność potwierdzono na podstawie badań symulacyjnych dla dwóch manipulatorów stacjonarnych: planarnego manipulatora 3R oraz Pumy 560, wykorzystując zdefiniowaną przez Habilitantkę miarę jakości;

– W pracy [2] wyprowadzono dynamicznie zgodną odwrotność jakobianu dla manipulatora mobilnego składającego się z nieholonomicznej platformy i holonomicznego manipulatora pokładowego. Odwrotność została wyprowadzona przy pomocy metody geometrycznej, metody analizy sił w układzie i metody optymalizacji. Założono sterowanie prędkościowe i zastosowano analizę sił w układzie endogenicznej przestrzeni konfiguracyjnej, stosując odpowiednią macierz bezwładności manipulatora mobilnego liczoną wzdłuż trajektorii układu. Uzyskano w ten sposób parę rozdzielonych funkcji sterujących dla platformy i manipulatora pokładowego. Rozważania teoretyczne zilustrowano badaniami symulacyjnymi.

– Praca [3] składa się z dwóch części. Pierwsza zawiera rozszerzenie definicji trzech metod wyprowadzenia dynamicznie zgodnej odwrotności jakobianu dla układów holonomicznych: metody geometrycznej zakładającej komutowanie diagramu transformacji pomiędzy tzw. przestrzeniami stycznymi i kostycznymi dla rozważanej konfiguracji i odpowiadającej jej punktowi przestrzeni zadaniowej, metody analizy sił w układzie oraz metody optymalizacji.

Praca przedstawia dynamicznie zgodną odwrotność jakobianu jako rozwiązanie pewnego zadania optymalizacji z ograniczeniami. W drugiej części, dwie ze wspomnianych metod: geometryczną i optymalizacji po raz pierwszy zaadoptowano dla układów nieholonomicznych. Zalety stosowania nowej odwrotności jakobianu do rozwiązywania zadania planowania ruchu, jakimi są unikanie osobliwości reprezentacji i gładsze trajektorie ruchu, zostały poparte badaniami symulacyjnymi.

– W pracy [4] wprowadzono rozwinięcie metody geometrycznej pokazując, że dynamicznie zgodna odwrotność jakobianu wywodzi się z pewnego rodzaju zależności pomiędzy wieloma przekształceniami charakteryzującymi zachowanie układu, w tym jakobianu, jakobianu odwrotnego i ich przekształceń dualnych. Ponadto założono, że funkcje sterujące wyrażone są poprzez skończony szereg funkcji ortogonalnych sprowadzając zadanie planowania ruchu do problemu skończenie wymiarowego. Praca zawiera wyniki badań dla robota typu trójkątny smok, które pokazują, że trajektorie będące rozwiązaniami zadania planowania ruchu uzyskane proponowanym algorytmem odznaczają się krótszymi ścieżkami w przestrzeni zadaniowej. W pracy zawarto uwagi dotyczące osobliwości metody.

– W pracy [5] skupiono się na układach nieholonomicznych opisanych za pomocą równań kinematyki i dynamiki. Założono, że rozpatrywane układy są w pełni sterowane a ich równania ruchu dają się zapisać w postaci afinicznego układu sterowania z funkcją wyjścia. Rozszerzoną ideę dynamicznie zgodnej odwrotności jakobianu i odpowiedni algorytm planowania ruchu wyprowadzono w oparciu o metodę analizy sił w układzie. Aby zilustrować efektywność algorytmu planowania ruchu przeprowadzono badania symulacyjne dla dynamiki toczącej się kuli oraz dla robota typu trójkątny smok.

– W pracy [6] wykorzystując zasadę maksimum Pontriagina wyprowadzono uogólnioną lagranżowską odwrotność jakobianu oraz nowy algorytm planowania ruchu dla układów nieholonomicznych z bezdryfowym układem sterowania. Przykłady obliczeniowe przeprowadzono dla sześciu różnych postaci uogólnionej lagranżowskiej odwrotności jakobianu. Pokazały one, że proponowany algorytm planowania ruchu wyróżnia się mniejszym zużyciem energii sterowania w porównaniu z powszechnie stosowanym algorytmem jakobianu pseudoodwrotnego. Mając na uwadze efektywność obliczeń wyprowadzono również parametryczną wersję algorytmu planowania ruchu.

– W pracy [7] zamieszczono pierwszą definicję postaci normalnych, równoważnych poprzez odpowiednie sprzężenie zwrotne układom pierwotnym, dla przypadku płaskiego manipulatora kosmicznego zamontowanego na swobodnej bazie (swobodnie szybującego). Dla wszystkich rozważanych przypadków wyznaczono wszystkie dyfeomorfizmy przekształcające układ oryginalny w wybraną postać normalną. Rozpatrzono przypadki gdy układ oryginalny znajduje się w osobliwości oraz przypadki z zerowym, lub niezerowym momentem pędu układu.

– W pracy [8] rozszerzono definicje postaci pre-normalnych oraz normalnych na przypadki szybującego manipulatora kosmicznego o wielu stopniach swobody. Stosując zasadę rekurencji i kolejne sprzężenia zwrotne doprowadzono do ustanowienia postaci normalnej układu manipulatora kosmicznego o dowolnej liczbie stopni swobody dla niezerowego momentu pędu. W dalszej części pracy zdefiniowano sterowania osobliwe i odpowiednie osobliwości konfiguracyjne. Na ich podstawie wysnuto wniosek, że z punktu widzenia zastosowania

jakobianowych algorytmów planowania ruchu preferowane są manipulatory o parzystej liczbie stopni swobody.

– Praca [9] wprowadza definicję jakobianowego algorytmu planowania ruchu z nieparametryczną reprezentacją orientacji dla trójwymiarowego manipulatora kosmicznego opartego o endogeniczną przestrzeń konfiguracyjną. Aby uniknąć możliwych osobliwości reprezentacji konfiguracyjnej robota wprowadzono odpowiednią grupę obrotów określoną przy pomocy macierzy rotacji. Algorytm został zbadany symulacyjnie.

Przedstawione prace omawiają poruszane tematy w sposób kompleksowy. Habilitantka, razem ze współautorami sformułowała i udowodniła twierdzenia dotyczące rozpatrywanych zagadnień, opracowała algorytmy poszukiwania rozwiązań oraz podała przykłady numeryczne i symulacyjne. Uzyskane rezultaty w sposób bezpośredni przyczyniły się do rozwoju nowych algorytmów planowania ruchu dla układów holonomicznych i nieholonomicznych oraz do rozszerzenia ich praktycznej stosowalności.

Warto dodać, że wszystkie prace cyklu podlegały już procesowi recenzowania i moim zdaniem, biorąc pod uwagę miejsce ich opublikowania i liczby cytowań, nie wymagają ponownej szczegółowej analizy. Ich rezultaty na etapie publikowania stanowiły zauważalny wkład w rozwój algorytmów planowania ruchu manipulatorów i z tego powodu zasługują na pozytywną ocenę.

Do najważniejszych osiągnięć Habilitantki po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych, w istotny sposób rozwijających wiedzę na temat algorytmów planowania ruchu układów holonomicznych jak i nieholonomicznych zaliczam:

– zastosowanie teorii endogenicznej przestrzeni konfiguracyjnej do opracowania oryginalnych jakobianowych algorytmów planowania ruchu dla szerokiej gamy układów robotycznych i postaci ich modelu matematycznego;

– rozwiązanie problemu dużej złożoności obliczeniowej nowych jakobianowych algorytmów poprzez zdefiniowanie odpowiedniego przekształcenia przeprowadzającego złożony model układu robotycznego do postaci uproszczonych;

– pokazanie sposobów uniknięcia osobliwości związanych z reprezentacją orientacji robota poprzez wprowadzenie reprezentacji orientacji robota w specjalnej grupie obrotów, bez odwoływania się do współrzędnych.

Podsumowując ten punkt recenzji stwierdzam, że osiągnięcia naukowe Habilitantki po otrzymaniu stopnia doktora, zawierały na dzień opublikowania interesujące i oryginale wyniki oraz w istotny sposób rozwijały wiedzę dotyczącą efektywnych metod rozwiązywania problemów planowania ruchu manipulatorów mobilnych. Na podkreślenie zasługuje fakt, iż rezultaty badań ujętych w cyklu opublikowane zostały w renomowanych czasopismach z bazy JCR i były wielokrotnie cytowane.

3. Ocena dorobku naukowego

Prace dr inż. Joanny Ratajczak niewłączone do osiągnięcia będącego podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego potraktować można jako uzupełnienie rozważań tworzących

cykl publikacji naukowych powiązanych tematycznie. Są wśród nich artykuły w czasopismach indeksowanych z bazy JCR, rozdziały w monografiach naukowych, referaty opublikowane w materiałach konferencyjnych o zasięgu międzynarodowym oraz inne publikacje.

Większość z nich dotyczyła szeroko pojętych problemów projektowania algorytmów planowania ruchu robotów, badań nad analizą osobliwości układów nieholonomicznych za pomocą metody postaci normalnych, algorytmów sterowania pozycyjno–siłowego i modelowania. Tym samym stanowią zauważalny element rozwoju teorii algorytmów planowania ruchu układów robotycznych a także ich własności i zastosowań, i razem z wynikami zebranymi w publikacjach włączonych do jednolitego cyklu potwierdzają duży wkład Habilitantki w rozwój reprezentowanej dyscypliny naukowej.

Łącznie Habilitantka jest autorem lub współautorem **17** recenzowanych artykułów, w tym **14** w czasopismach posiadających współczynnik wpływu (IF), z których **12** opublikowała po uzyskaniu stopnia doktora. Ponadto była współredaktorem **7** rozdziałów w monografii oraz **8** referatów opublikowanych w materiałach konferencyjnych.

Jej dorobek publikacyjny ukazywał się w uznanych materiałach o światowym obiegu (**82,4** % artykułów indeksowanych w bazie JCR) i dlatego moim zdaniem zasługuje na bardzo pozytywną ocenę. Potwierdzeniem tego jest liczba cytowań prac Habilitantki według Clarivate Web of Knowledge Core Collection, która na dzień złożenia wniosku wynosiła **90** (**65** bez autocytowań). Dla bazy *Scopus* na dzień złożenia wniosku liczba cytowań wynosiła odpowiednio **133** i **79**, a dla bazy Google Scholar **172** i **103**.

Liczba punktów za publikacje według listy MNiSW wynosi łącznie **862**, z tego po uzyskaniu stopnia doktora **802**, a **570** w ostatnich 3 latach (po zmianie punktacji).

Dr inż. Joanna Ratajczak podała współczynniki wpływu IF zgodnie z rokiem opublikowania dla wszystkich swoich indeksowanych publikacji naukowych. Z danych wynika, że sumaryczny IF wynosi **41,135** a po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych **39,512** (z tego **33,214** dla publikacji tworzących zgłoszone osiągnięcie), co nawet biorąc pod uwagę zbiorowy charakter większości prac ocenić należy wyraźnie pozytywnie.

Indeks Hirscha opublikowanych publikacji według bazy *WoS* wynosił w chwili składania wniosku **6** a według bazy *Scopus* **8**, co uznać należy za wartości dobre.

4. Ocena aktywności badawczej

Uczestnictwo dr inż. Joanny Ratajczak w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych ma charakter systematyczny. Z załączonej dokumentacji wynika, że obejmuje ono **4** projekty:

– Roboty i interaktywni towarzysze życia, 7. Program Ramowy (2008), wykonawca;

– Aproksymacja algorytmów planowania ruchu robotów, Grant promotorski N N514 088138 (2010/2012), kierownik projektu;

– Rozwój jakobianowych algorytmów planowania ruchu robotów, Grant NCN Opus 5, 2013/09/B/ST7/02368, (2014-2016), wykonawca;

– Mobilność nieholonomicznych robotów kosmicznych w obecności przestrzennie rozległych przeszkód posiadających moment pędu, Grant NCN Opus 7, 2015/17/B/ST7/03995, (2016-2020), wykonawca.

Dr inż. Joanna Ratajczak nie była członkiem międzynarodowych ani krajowych organizacji i towarzystw naukowych ani nie brała udziału w pracach zespołów oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, czy wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny. Uczestniczyła natomiast w programach europejskich:

– Roboty i interaktywni towarzysze życia – LIREC, 7. Program Ramowy, praca nad „umysłem" robota, kreowanie określonych zachowań i emocji;

– Analiza efektywności przybliżenia dynamicznie zgodnej odwrotności jakobianu za pomocą jakobianu rozszerzonego ze względu na postać funkcji rozszerzającej, Dotacja na rozwój młodych naukowców – Młoda Kadra. Program Operacyjny Kapitał Ludzki (POKL), kierownik projektu.

W Programie Operacyjnym Kapitał Ludzki (POKL), oś priorytetowa 4.1.1. została laureatką konkursu o stypendium naukowo-badawcze dla młodego doktora, zajmując 1. miejsce na liście rankingowej.

Z przygotowanego autoreferatu wynika, że dr inż. Joanna Ratajczak nie posiada w swym dorobku praw własności przemysłowej ani patentów krajowych lub międzynarodowych. Nie wdrożyła również żadnej technologii i nie brała udziału w zespołach eksperckich ani konkursowych. Brała jednak aktywny udział w negocjacjach z przedstawicielami przemysłu, opracowywaniu studium wykonalności projektów, analiz koncepcyjnych, czy kosztorysowaniu prac badawczo-rozwojowych, np.:

– KGHM ZANAM S.A. (robotyzacja samojezdnych wiertnic górniczych);

– firma Cloud Best, Sp. z o. o. (sterowanie przechyłem wąskich pojazdów drogowych);

– Intec Automation, Sp. z o. o. (robotyzacja stanowiska paletyzacji kamieni).

Przygotowała również kilkanaście raportów Politechniki Wrocławskiej w ramach serii Sprawozdania oraz Preprint, m.in.:

– Analiza koncepcyjna możliwości zastosowania metod automatyzacji i robotyzacji dla systemu wspomagania operatora wiertnicy w kopalniach rudy miedzi, Ser. PRE 28 (2015);

– Metodologia wyprowadzania modelu dynamiki manipulatorów kosmicznych. Teoria i obsługa aplikacji Mathematica, Ser. SPR 26 (2017);

– Cyfrowe przetwarzanie obrazów i sygnałów – biblioteka bloków Simulink i ćwiczenia laboratoryjne, Ser. SPR 39 (2018).

Podsumowując powyższe stwierdzam, że aktywność Habilitantki w zakresie prac naukowo-badawczych, w tym w projektach, dla których finansowanie pozyskano na zasadach konkursowych jest wystarczająca.

5. Współpraca międzynarodowa

Dr inż. Joanna Ratajczak jeszcze przed uzyskaniem stopnia doktora odbyła krótkoterminowy staż w zagranicznej instytucji naukowej uczestnicząc w Szkole zimowej 2009 HYCON-EECI Graduate School on Control zorganizowanej przez European Embedded Control Institute w Gif-sur-Yvette, Francja (od 26-30.01.2009).

Po uzyskaniu stopnia doktora brała udział, jako główny wykonawca w projekcie Narodowego Centrum Nauki *Mobilność nieholonomicznych robotów kosmicznych w obecności przestrzennie rozległych przeszkód posiadających moment pędu* realizowanym w konsorcjum Centrum Badań Kosmicznych PAN i Politechniki Wrocławskiej pod kierownictwem prof. J. Sąsiadka z Carleton University w Ottawie, Kanada.

Ponadto w ostatnich latach nawiązała współpracę naukową z Laboratoire de Mathématiques (LMI) Institut National des Sciences Appliqués (INSA) w Rouen we Francji. Współpraca jak dotąd zaowocowała wspólną publikacją, włączoną do jednolitego cyklu pod nr 7. W ramach nawiązanej współpracy przedstawiciel instytucji francuskiej – prof. W. Respondek wygłosił serię wykładów *Geometric Nonlinear Control Theory and Applications: controllability and linearization* na Politechnice Wrocławskiej.

Habilitantka po uzyskaniu stopnia doktora praktycznie nie przebywała na stażach w zagranicznych jednostkach naukowo-badawczych (według załączonej dokumentacji), ale wzięła czynny udział w kilku międzynarodowych konferencjach naukowych, głównie organizowanych w kraju, na których wygłosiła 6 referatów. Dwukrotnie jej wystąpienia zostały wysoko ocenione – na *16th International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics* w roku 2011 zdobyła nagrodę za najlepszy referat wygłoszony przez Młodego Autora a w roku 2019 Best Paper Award on *The 6th International Conference of Control, Dynamic Systems, and Robotics* (CDSR'19).

Dr inż. Joanna Ratajczak recenzowała kilkanaście prac zgłoszonych do znaczących czasopism naukowych z dziedziny robotyki, m.in.: *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics: Systems, IEEE Robotics and Automation Letters, Journal of Intelligent & Robotic Systems, Robotica, Robotic and Autonomous Systems, Research Journal of Biotechnology* oraz kilkanaście referatów zgłoszonych na międzynarodowe konferencje naukowe, np.: *International Workshop on Robot Motion and Control* (*RoMoCo*), *IEEE Conference on Decision and Control* (*CDC*), *American Control Conference* (*ACC*).

Mimo iż Habilitantka nie jest członkiem komitetów redakcyjnych i rad naukowych czasopism, wszystkie powyższe przykłady osiągnięć świadczą o dostrzeżeniu kompetencji naukowych Habilitantki i Jej obecności w światowej wymianie naukowej. Uważam, że współpraca międzynarodowa Habilitantki w zakresie prac naukowo-badawczych jest zadowalająca.

6. Dorobek dydaktyczny i popularyzatorski

Dr inż. Joanna Ratajczak wykazała typowe dla nauczyciela akademickiego o podobnym stażu pracy osiągnięcia w zakresie dorobku dydaktycznego. Prowadziła lub prowadzi różne formy zajęć, w tym wykłady, z takich przedmiotów jak: *Cyfrowe Przetwarzanie Obrazów i Sygnałów, Podstawy Robotyki, Robotyka, Metody Matematyczne Automatyki i Robotyki* oraz jego

anglojęzyczna wersja *Mathematical Methods of Automation and Robotics*. Do większości z nich opracowała programy nauczania i przygotowała materiały szkoleniowe, prezentacje, instrukcje i dedykowane biblioteki dla środowiska Matlab/Simulink.

Współtworzyła także plany i programy studiów dla kierunku Automatyka i Robotyka na Wydziale Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów Politechniki Wrocławskiej oraz jest autorem sylabusów dla następujących nowych kursów:

- Cyfrowe Przetwarzanie Obrazów;
- Teoretyczne Aspekty Układów Dynamicznych;
- Układy Dynamiczne z Zastosowaniami.

Habilitantka była promotorem **23** prac dyplomowych inżynierskich i **10** magisterskich, w tym **3** w języku angielskim, z zakresu modelowania, planowania ruchu, sterowania oraz tworzenia środowisk symulacyjno-wizualizacyjnych robotów holonomicznych i nieholonomicznych. Część prac dotyczyła aplikacji systemów wizyjnych do sterowania manipulatorem czy praktycznej realizacja konstrukcji robotów, m.in. manipulatorów mobilnych.

O wysokim poziomie kierowanych prac świadczy fakt, iż jedna z prac zajęła I miejsce w konkursie na najlepszą pracę dyplomową organizowanym przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich, Oddział Wrocław. Ponadto, wśród dyplomantów habilitantki znaleźli się również laureaci konkursu TOP10 Wydziału Elektroniki Politechniki Wrocławskiej.

Dr inż. Joanna Ratajczak angażowała się również czynnie w działalność organizacyjną w obszarze dydaktyki i nauki. M.in. w roku 2014 brała udział w organizacji XVIII Krajowej Konferencji Robotyki, która odbywała się we Wrocławiu. W latach 2016-2019 była członkiem Rady Wydziału Elektroniki macierzystej uczelni a od 2020 roku jest zastępcą kierownika Katedry Cybernetyki i Robotyki.

Za działalność na rzecz uczelni dr inż. Joanna Ratajczak otrzymała **4** Nagrody Rektora Politechniki Wrocławskiej w uznaniu wyróżniającego wkładu wspomagającego działalność Uczelni – w latach 2013, 2016, 2019 i 2021. Otrzymała również nagrody:

- programu PRIMUS Politechniki Wrocławskiej w roku 2021;
- programu SECUNDUS Politechniki Wrocławskiej w roku 2020.

Ten zakres aktywności Habilitantki oceniam jako właściwy.

7. Wniosek końcowy

Dr inż. Joanna Ratajczak w okresie po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych w umiejętny sposób łączyła aktywność naukową w ważnym obszarze teorii i praktyki algorytmów planowania ruchu dla holonomicznych i nieholonomicznych układów robotycznych z aktywnością w działalności dydaktycznej i z pracą organizacyjną na rzecz uczelni.

Podsumowując oceny cząstkowe sformułowane w poprzednich punktach recenzji stwierdzam, że przedstawione do oceny wartościowe osiągnięcie naukowo-badawcze, a także pozostały dorobek naukowy, dydaktyczny i popularyzatorski dr inż. Joanny Ratajczak spełniają wymogi

określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r., poz. 478 z późn. zm.) stawiane w postępowaniach habilitacyjnych a przede wszystkim stanowią znaczny wkład w rozwój reprezentowanej dyscypliny naukowej automatyka, elektronika i elektrotechnika, dziedzina nauk inżynieryjno-technicznych (Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych – Dz. U. z 2018 r., poz. 1818 z późn. zm.)

Uwzględniając powyższe oraz biorąc pod uwagę aktualne przepisy prawne jestem za nadaniem dr inż. Joannie Ewie Ratajczak stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych.