

Prof. dr hab. inż. Cezary Zieliński
Instytut Automatyki i Informatyki Stosowanej
Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Politechnika Warszawska

Warszawa, 15ty stycznia 2024 r.

Recenzja

dotycząca wniosku w sprawie **nadania stopnia doktora habilitowanego**
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych
w dyscyplinie **informatyka techniczna i telekomunikacja**
dr Jakubowi Lengiewiczowi
wykonana na zlecenie Rady Dyscypliny Naukowej
Informatyka Techniczna i Telekomunikacja,
Instytutu Podstawowych Problemów Techniki
Polskiej Akademii Nauk

1. Ocena przedłożonego materiału dotyczącego działalności naukowej

Podstawę wniosku habilitacyjnego stanowi osiągnięcie przedstawione w cyklu ośmiu publikacji powiązanych tematycznie. Zbiorczy tytuł cyklu to: „*Opracowanie skalowalnych rozproszonych algorytmów i schematów rekonfiguracji dla układów zmiennokształtnych realizowanych przez samorekonfigurowalne roboty modułowe*”.

Cykl prac poświęcony jest pewnym właściwościom rekonfigurowalnych robotów modułowych. W szczególności przedmiotem zainteresowania jest „współpraca milionów gęsto-upakowanych mikroskopijnych robotów”. Nie rozstrzygając kwestii terminologicznej, czy mamy do czynienia z pojedynczym robotem składającym się z wielu modułów, czy z wielu robotów tworzących system wielorobotowy, prace Habilitanta dotyczą przede wszystkim wytrzymałości tworzonych struktur oraz makroskopowych sił stabilności strukturalnej powstałego urządzenia. Moduły składowe mogą się przemieszczać względem siebie utrzymując stały kontakt, a ponadto posiadają zdolności obliczeniowe. Algorytmy decydują, na podstawie obliczeń dotyczących stabilności strukturalnej, jaki los może spotkać urządzenie, w szczególności w trakcie rekonfiguracji. Algorytmy te biorą pod uwagę przede wszystkim czas obliczeń związanych z właściwościami mechanicznymi urządzenia, wykorzystanie pamięci komputera realizującego te obliczenia oraz intensywność komunikacji między modułami. Urządzenia tworzone z modułów sferycznych wykorzystują dwa rodzaje połączeń: silne i słabe. Te pierwsze przeznaczone są do przenoszenia większych sił oraz sporadycznego rozłączania, te drugie są mobilne, więc umożliwiają urządzeniu bieżącą rekonfigurację struktury. Celem rozważanych struktur makroskopowych jest działanie przede wszystkim jako siłowników. Dążono do uzyskania maksymalnej siły w stosunku do objętości urządzenia. Uprzednio stosowane struktury cechowały się generowaniem siły proporcjonalnej do pola przekroju siłownika, co redukowało udźwig tych urządzeń przy ich znacznym rozmiarze. Badano również schemat przepływowej zmiany kształtu proponowanego urządzenia przy zachowaniu stabilności strukturalnej całości. Dla prawidłowego funkcjonowania urządzenia wymagane było znalezienie maksymalnej rodziny nieprzecinających się linii przepływu, co okazało się tożsame z pewnym problemem maksymalnego przepływu przez graf. Dla tak określonego problemu udało się opracować rozproszoną wersję algorytmu Edmondsa-Karpa. Zajmowano się ponadto rozproszonymi obliczeniami w celu oceny wytrzymałości oraz stabilności struktury

na etapie planowania rekonfiguracji urządzenia. Teoretycznie oszacowano złożoność obliczeniową opracowanych algorytmów, a także przeprowadzono próby dające empiryczne potwierdzenie tych oszacowań. Istotnym elementem rozważań była rozsądna skalowalność opracowanych algorytmów ze wzrostem liczby modułów. Badania prowadzone były na bazie analizy matematycznej oraz symulacji komputerowej. Podjęte zagadnienia niewątpliwie są interesujące z punktu widzenia naukowego. Zarówno analiza teoretyczna jak i symulacje działania takich hipotetycznych urządzeń są interesujące poznawczo. Należy zwrócić uwagę, że do przeprowadzenia badań potrzeba było zmodyfikować istniejące symulatory, co Autorzy przedstawionych do oceny prac dokonali.

Prace przedstawione do oceny mają też nieco słabsze strony. Skoncentrowano się w nich na selektywnej analizie teoretycznej, ignorując niektóre dość istotne zagadnienia techniczne. Badano przede wszystkim udźwig i stabilność hipotetycznych konstrukcji. Pomijając wszakże dwa inne zagadnienia o fundamentalnym znaczeniu dla ruchu postulowanych konstrukcji. Po pierwsze, istotnym jest, jak ma być dostarczona energia poruszająca ruchome części konstrukcji. Układ napędowy ma swą specyficzną dynamikę, więc jego pominięcie może nadmiernie upraszczać postulowany model. Po drugie, na ile opracowany model, pomijający dynamikę napędu, będzie użyteczny w sterowaniu tego typu urządzeń. W automatyce zazwyczaj bazuje się na modelu dynamiki całego obiektu sterowania, a nie tylko jego części. Habilitant podkreśla w swoich pracach, iż koncentruje się na aspekcie algorytmicznym, a nie na konstrukcyjnym. Niemniej jednak opracowane algorytmy bazują na modelach hipotetycznego urządzenia, a w szczególności wyniki symulacji dotyczą przyjętego modelu, więc dobrze byłoby, by ten model był maksymalnie realistyczny. Pierwszych sześć prac (JL1-JL6) z przedstawionego cyklu dotyczy urządzeń składających się z mikroskopijnych kulistych elementów. Opisano tam analizę teoretyczną konstrukcji i pomimo upływu lat nie wskazano całościowego rozwiązania technicznego. W dwóch ostatnich pracach (JL7 i JL8), bazując na rozważaniach z poprzednich prac, Habilitant zainteresował się robotami modularnymi składającymi się z sześciątów o wiele rzędów wielkości większych niż moduły wcześniej postulowanych urządzeń. Tak więc, zmienił się nie tylko kształt modułów z kulistego na sześcienny, ale w istotny sposób także ich wymiar. Dla tych nowych urządzeń przeprowadzono podobną analizę i wygląda na to, że dojdzie do powstania robotów na bazie modułów Blinky Blocks. Ciekawym byłoby dowiedzieć się, na ile opracowane modele będą przydatne do sterowania rekonfiguracją struktury tych robotów.

Pomijając kwestię zasilania, można powiedzieć, że problem stabilności strukturalnej i przenoszenia obciążeń przez urządzenie składające się z wielu modułów został dogłębnie zbadany, przy istotnym udziale Habilitanta. Wyniki dociekań zostały opublikowane w materiałach renomowanych konferencji i na łamach cenionych czasopism. Wszystkie prace są współautorskie, ale w większości udział Habilitanta, potwierdzony oświadczeniami współautorów był dominujący: JL1 - 55% (3), JL2 - 40% (3), JL3 - 60% (4), JL4 - 70% (2), JL5 - 60% (3), JL6 - 70% (2), JL7 - 70% (3), JL8 - 40% (6), gdzie w nawiasach podano liczbę współautorów. Cztery prace ukazały się w materiałach kolejnych edycji IROS (IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems - 140 pt MNiSW), jedna w materiałach ICRA (IEEE International Conference on Robotics and Automation - 70 pt MNiSW), a trzy w renomowanych czasopismach: Robotica (70 pt. MNiSW), Autonomous Robots (100 pt. MNiSW) oraz IEEE Transactions on Robotics (200 pt MNiSW). Zarówno IROS, jak i ICRA są najbardziej prestiżowymi konferencjami dla środowiska robotyków, wliczając w to informatyków tworzących algorytmy i oprogramowanie dla robotów. Podkreślić należy, że czasopisma Robotica i Autonomous Robots mają wyraźnie zaniżoną punktację MNiSW w stosunku do ich prestiżu w międzynarodowym środowisku robotyków.

Oprócz publikacji zamieszczonych w zgłoszonym do oceny cyklu Habilitant był współautorem publikacji, które ukazały się w latach 2010 – 2023, w takich czasopismach jak: Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, Frontiers in Materials, Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, International Journal for Numerical Methods in Engineering, Journal of The Mechanics and Physics of Solids, Computer Methods and Programs in Biomedicine, Computational Mechanics, Tribology International, Surface Topography: Metrology and Properties, Tribology Letters, Tribology International, International Journal of Solids and Structures, Wear. Wszystkie te czasopisma występują na liście JCR i mają wysoki współczynnik wpływu. Łącznie ukazało się 19 dodatkowych prac. Ponadto Habilitant publikował w czasopismach spoza listy JCR i licznych materiałach konferencyjnych.

Przedstawiony do oceny cykl 8 artykułów był opublikowany w latach 2014-2021, co oznacza, że praktycznie co roku ukazywała się jedna istotna praca, co świadczy o stałym i wytężonym wysiłku badawczym. Cykl ten uzupełniony jest licznymi innymi publikacjami, w szczególności ukazującymi się w czasopismach z listy JCR. Oznacza to dużą aktywność naukową w ostatnich latach, co jest dobrą prognozą na przyszłość. Wiele z tych prac było cytowanych. Baza Scopus podaje 717 cytowań (661 bez autocytowań), a Indeks Hirscha 13, natomiast baza Web of Science wskazuje 584 cytowań (584 bez autocytowań), a Indeks Hirscha 11. Są to bardzo dobre wskaźniki bibliometryczne, jak na ten etap kariery naukowej. Te liczby świadczą o tym, że prace Habilitanta zostały dostrzeżone przez środowisko zajmujące się pokrewną tematyką.

Podsumowując ocenę przedłożonego materiału dotyczącego działalności naukowej należy podkreślić, że jego waga jest istotna, a liczność i ranga publikacji oraz liczba ich cytowań wskazuje, że Habilitant ma dobrze opanowany warsztat badawczy, a co więcej jego prace dostrzegane są przez innych badaczy.

2. Ocena dotychczasowego przebiegu kariery naukowej

Dr Jakub Lengiewicz uzyskał tytuł zawodowy magistra w 2003 roku, a w 2009 roku stopień doktora, a więc w miarę szybko, biorąc pod uwagę warunki polskie oraz uprawianą dyscyplinę naukową. Pracę doktorską zrealizował pod kierownictwem dr. hab. Stanisława Stupkiewicza. Zgromadzenie w ciągu 14 lat od obrony doktoratu wystarczającego dorobku naukowego, by uzyskać stopień doktora habilitowanego, jest dobrym dokonaniem.

Od 2008 roku dr Jakub Lengiewicz jest zatrudniony w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk, gdzie obecnie przebywa na urlopie bezpłatnym w związku z pracą na Faculty of Science, Technology and Medicine, University of Luxembourg od roku 2019. W pierwszym z wymienionych miejsc pracy zajmuje stanowisko specjalisty badawczo-technicznego, natomiast w tym drugim postdoctoral researcher. Habilitant stworzył szeroką sieć powiązań naukowych. Współpracuje z naukowcami z: Uniwersytetu w Lublanie (Słowenia), University of Southampton (Wielka Brytania), Ecole Centrale de Lyon (Francja), Politechniki Warszawskiej, University Franche-Comte / FEMTO-ST (Francja) oraz University Paris-Saclay (Francja). Współpraca ta zaowocowała szeregiem wspólnych publikacji zarówno konferencyjnych jak i w czasopismach. Oznacza to, że Habilitant dobrze się wkomponował w środowisko zajmujące się tematyką pokrewną jego zainteresowaniom i że jest dobrze rozpoznawalny w tym środowisku.

Jest recenzentem takich czasopism z listy JCR jak: Acta Astronautica, Acta Mechanica, Applied Mathematical Modelling, Autonomous Robots, Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Computational Mechanics, Computational Particle Mechanics, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, Engineering Transactions, IEEE Access, IEEE Robotics and Automation Letters, Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Nature Scientific Reports, Part J: Journal of Engineering Tribology (1.674), Robotics and Autonomous Systems, Sensors, Surface Topography: Metrology and Properties, Tribology International, Tribology Letters, Wear (3.892). Ranga tych czasopism świadczy o jego rozpoznawalności i wysokiej ocenie jego kwalifikacji naukowych. Ponadto recenzował referaty zgłoszone na kilka konferencji międzynarodowych w tym IROS. Habilitant wprawdzie uczestniczył w kilku międzynarodowych konferencjach organizowanych w Polsce, ale w żadnej krajowej konferencji. W szczególności ciekawym jest, że nie uznał za stosowne przedstawić swoich osiągnięć na Krajowej Konferencji Robotyki – oceniany cykl publikacji dotyczy robotów modułowych, więc należy się spodziewać, iż robotycy polscy byłiby zainteresowani dyskusją na ten temat.

Dr Jakub Lenkiewicz kierował bądź kieruje projektami, na które uzyskał granty następujących instytucji: The Crucible Europe (2 granty GW4, Wielka Brytania), Unia Europejska (H2020 MSCA Individual Fellowship), NCN (SONATA-2). Ponadto Habilitant brał udział w projektach finansowanych przez: Luxembourg National Research Fund, University of Southampton/EOARD project, NCN, EU structural funds, Unię Europejską (FP7-NMP oraz FP5-GROWTH dwukrotnie) i MNiSW. Świadczy to o dużej aktywności naukowej oraz umiejętności pozyskiwania funduszy na prowadzenie badań z różnych i to międzynarodowych instytucji.

Podsumowując dotychczasowy przebieg kariery naukowej Habilitanta należy stwierdzić, że przejawia on dużą aktywność naukową, jest rozpoznawalny w środowisku naukowym zajmującym się tematyką zgodną z jego zainteresowaniami, a ponadto potrafi skupić wokół uprawianej przez siebie tematyki naukowej grono współpracowników zarówno w Kraju jak i zagranicą oraz zdobyć fundusze na projekty bądź wkomponować się w projekty organizowane przez współpracowników.

3. Opieka naukowa i osiągnięcia dydaktyczne

Dr Jakub Lengiewicz dzieli się z innymi swoją wiedzą. W latach 2009 i 2010 współorganizował Letnie Praktyki Badawcze w Instytucie Badań Systemowych PAN. W 2010 roku organizował i pełnił rolę sekretarza naukowego międzynarodowych warsztatów „77th European Study Group with Industry”. W 2016 roku organizował i pełnił rolę sekretarza naukowego międzynarodowego sympozjum „Contact Mechanics International Symposium”. W 2017 roku prowadził na Uniwersytecie w Hanoverze zaproszony wykład na warsztatach naukowych „Recent Advances in Computational Contact Mechanics”. W 2019 roku prowadził zaproszony wykład w ramach intensywnych kursów CISM na temat modelowania i metod obliczeniowych mechaniki kontaktu. Od 2020 roku organizuje cotygodniowe interdyscyplinarne seminaria z Uczenia Maszynowego na Uniwersytecie w Luksemburgu. Ponadto był członkiem komitetów doktorskich 2 kandydatów na Uniwersytecie w Luksemburgu oraz 1 kandydata w INRIA (Strasbourg, France) oraz członkiem jury oceniającego doktoraty 2 kandydatów na Uniwersytecie w Luksemburgu.

Podsumowując ten aspekt kariery Habilitanta, należy stwierdzić, że pomimo pracy w IPPT PAN, który to instytut z natury rzeczy nie jest zaangażowany w prowadzenie dydaktyki, dr

Jakub Lengiewicz dokłada starań, by przekazywać innym swoją wiedzę i czyni to zarówno w Kraju jak i zagranicą.

4. Podsumowanie

Zgodnie z artykułem 219 ustęp 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która:

- 1) posiada stopień doktora;
- 2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:
 - a) 1 monografię naukową wydaną przez wydawnictwo, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. A, lub
 - b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. B, lub
 - c) 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne;
- 3) wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Dr Jakub Lengiewicz uzyskał stopień doktora nauk technicznych w zakresie mechaniki w 2009 roku, nadany przez Radę Naukową Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk, a więc spełnia wymaganie wyartykułowane w Art.219 ustęp 1 punkt 1.

Habilitant przedstawił cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w materiałach konferencji i w czasopismach naukowych, które w roku opublikowania w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. B. Podkreślić należy, że prace zawarte w cyklu są bardzo spójne tematycznie, a ranga uzyskanych wyników jest wysoka.

Dr Jakub Lengiewicz jest zatrudniony w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk, gdzie obecnie przebywa na urlopie bezpłatnym, by odbyć staż w Faculty of Science, Technology and Engineering, University of Luxembourg. Ten staż odbywa od 2019 r. do chwili obecnej. Na podkreślenie zasługuje to, że współpraca podjęta z Uniwersytetem w Luksemburgu zaowocowała istotnymi publikacjami dotyczącymi robotów modułowych. Co więcej Habilitant współpracuje z pracownikami: Uniwersytetu w Lublanie (Słowenia), University of Southampton (Wielka Brytania), Ecole Centrale de Lyon (Francja), Politechniki Warszawskiej, University Franche-Comte / FEMTO-ST (Francja) oraz University Paris-Saclay (Francja). Ta działalność z dużym nadmiarem wyczerpuje wymagania Art.219 ustęp 1 punkt 3.

5. Wniosek końcowy

Ponieważ materiał załączony przez dr. Jakuba Lengiewicza do wniosku w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja spełnia wszystkie wymagania wyartykułowane w art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*, **wnioskuję o nadanie dr. Jakubowi Lengiewiczowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.**

Zach