

Zielona Góra, 4 luty 2024 r.

Prof. dr hab. inż. Marcin Witczak
Instytut Sterowania i Systemów Informatycznych
Uniwersytet Zielonogórski

Recenzja

osiągnięcia naukowego pt.

Odporne układy i systemy sterowania momentem i siłą w robotyce przemysłowej

oraz istotnej aktywności naukowej

dra inż. Rafała Osypiuka

1. Podstawa prawna

Recenzja została przygotowana na wniosek Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie związanego z uchwałą nr 33 z dnia 14 grudnia 2023r. Wniosek o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne został złożony dnia 13 września 2023 r. przez dra inż. Rafała Osypiuka.

2. Przesłanki warunkujące nadanie stopnia doktora habilitowanego

Zgodnie z art. 219 Prawa o szkolnictwie wyższym i nauce z 20 lipca 2018 r., stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która spełnia następujące trzy warunki:

- posiada stopień doktora,
- posiada w dorobku osiągnięcia naukowe lub artystyczne stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny,
- wykazuje się istotną aktywnością naukową lub artystyczną.

Dr inż. Rafał Osypiuk otrzymał stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie automatyka i robotyka nadany uchwałą Rady Wydziału Elektrycznego Politechniki Szczecińskiej z dnia 9 grudnia 2004r. na podstawie rozprawy doktorskiej *Wielopętłowy odporny układ regulacji n-MFC (Model-Following Control) w zastosowaniu do sterowania manipulatorem szeregowym*. **Oznacza to, że pierwszy warunek dotyczący nadania stopnia doktora habilitowanego został spełniony.**

3. Ocena osiągnięcia naukowego

Zgodnie z przyjętymi normami, przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe powinno stanowić znaczny wkład w rozwój dyscypliny automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne. O znaczeniu i wpływie wyników pracy naukowej prezentowanej w czasopiśmie świadczy pośrednio renoma danego czasopisma odzwierciedlona w jego współczynniku wpływu. Natomiast w przypadku publikacji w materiałach konferencji międzynarodowych, ich znaczenie może odzwierciedlać obecność danej konferencji na liście ministerialnej.

Ocena bibliometryczna publikacji

Oceniany cykl obejmuje 10 publikacji, w skład których wchodzi siedem artykułów w czasopiśmie (pozycje: 1, 2, 5, 6, 8, 9 i 10) zaklasyfikowanych do dyscypliny automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne z następującą wartością punktową:

- [1] - IF 0.483 (2006), MNiSW 2006: 25pkt (obecnie 70 pkt)
- [2] - IF 0.483 (2006), MNiSW 2006: 25pkt (obecnie 70 pkt)
- [5] - IF 1.124 (2009), MNiSW 2009: 25pkt (obecnie 100pkt)
- [6] - IF 1.495 (2010), MNiSW 2010: 35pkt (obecnie 140pkt)
- [8] - IF 4.116 (2016), MNiSW 2016: 40pkt (obecnie 200pkt)
- [9] - IF 2.397 (2020), MNiSW 2020: 100pkt (obecnie 100pkt)
- [10] - IF 2.690 (2021), MNiSW 2021: 100pkt (obecnie 100pkt)

Pozycję [3] stanowi współautorska monografia wydana przez PWN. Bazą dla powstania monografii były indywidualne osiągnięcia autorów, prezentowane w recenzowanych publikacjach naukowych, rozszerzone o dodatkowe wyniki symulacyjno-eksperymentalne. Artykuł [4] został opublikowany w materiałach International Workshop on Robot Motion and Control, 2009 wydanych przez Springer. Pozycja [7] stanowi rozdział w monografii naukowej *Robotic Systems for Handling and Assembly* wydanej w roku 2010 przez Springer.

Analizując przedstawiony wykaz publikacji, można jednoznacznie stwierdzić, że najbardziej wartościowe pozycje ocenianego cyklu to [1], [2], [3], [5], [6], [8], [9] i [10]. Siedem pozycji znajdujących w cyklu jest współautorskich (2 lub 3 autorów w różnych konfiguracjach). Pozycje [6] i [10] to samodzielne prace habilitanta opublikowane w czasopiśmie. Natomiast artykuł [4] to samodzielna publikacja habilitanta w materiałach międzynarodowych warsztatów wydanych przez Springer.

Dokumentacja obejmuje oświadczenia współautorów o ich udziale w poszczególnych publikacjach i zadaniach jakie zrealizowali podczas przygotowywania artykułów. We

wszystkich oświadczeniach dotyczących publikacji współautorskich wskazany jest procentowy udział poszczególnych autorów.

Uwzględniając wskazany udział wszystkich współautorów w przygotowanie publikacji oraz zakładając, że do każdej publikacji zastosujemy aktualną punktację wg wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych, uzyskamy łączną liczbę punktów przypadających dla dra Osypiuka dla publikacji [1], [2], [5], [6], [8], [9] i [10] wynoszącą 543 pkt.

Pozostałe publikacje [3], [4] i [7] nie zmieniają znacząco tego wyniku, który należy uznać za dobry. Z punktu widzenia oceny parametrycznej, taki wynik można uznać zadowolający.

Ocena merytoryczna osiągnięcia naukowego

Tematyka osiągnięcia naukowego ukierunkowana jest na odporne układy i systemy sterowania momentem i siłą w robotyce przemysłowej. Oznacza to, że mieści się ona w obszarze wiedzy związanej z dyscypliną automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne. Stale rosnąca złożoność systemów montażowo/produkcyjnych rodzi potrzebę zastosowania efektywnych metod sterowania robotami i manipulatorami. Oznacza to, że rozważana tematyka jest aktualna i ważna.

- *Publikacja [1]:* dotyczy teoretycznego, symulacyjnego i eksperymentalnego porównania autorskich rozwiązań na przykładzie sterowania pozycją dwuczłonowego robota EDDA (Experimental Direct Drive Arm).
- *Publikacja [2]:* stanowi kontynuację pracy [1] z zastosowaniem wybranego środowiska eksperymentalnego. Rozszerza ona rozwiązania zaprezentowane w [1] o pętlę sterowania siłą.
- *Publikacja [3]:* jest interesującym źródłem informacji o układach sterowania z dwoma stopniami swobody. Proponowane systemy pozbawione są wad układu jednopętlowego, oferując zwiększoną odporność na zakłócenia procesu. Wyniki badań zawarte w książce są kompilacją recenzowanych prac naukowych, rozszerzonych o dodatkowe wyniki symulacyjno-eksperymentalne.
- *Publikacja [4]:* w publikacji przedstawiono proponowane układy regulacji oraz sposób integracji urządzeń wykonawczych ze sterownikiem robota. Przedmiotem badań był robot Staubli TX60, wraz z dopasowaniem sprzętowym, który pozwolił na uruchomienie architektury MiRPA. Ponadto w pracy zwrócono uwagę na znany problem robotyki, tzw. zadanie peg-in-hole.
- *Publikacja [5]:* zaproponowano modyfikację systemu MFC, polegającą na zastosowaniu podwójnego sprzężenia zwrotnego MFC-mp (model/plant feedback). Uproszczona analiza teoretyczna i symulacyjna wykazała jego

podwyższoną odporność oraz poprawę warunków stabilności w odniesieniu do pozostałych układów MFC.

- *Publikacja [6]*: przedstawiono trzy odmiany systemu MFC, poruszając m.in. takie aspekty jak odporność czy stabilność. Za punkt odniesienia w analizie teoretycznej i symulacyjnej zastosowano klasyczny system jednopętlowy, pokazując jednocześnie własności układów MFC-n, MFC-p oraz MFC-mp.
- *Publikacja [7]*: obejmuje ona podsumowanie prac nad, tzw. aktuatorami podatnymi. Stanowi ona rozdział monografii, będącej zestawieniem najważniejszych osiągnięć uzyskanych podczas 10-cio letnich badań i współpracy kilkunastu niemieckich instytutów w programie SFB562 Robotic Systems for Handling and Assembly, finansowanym przez grant DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft).
- *Publikacja [8]*: pokazuje różnice między klasyczną filtracją, stosowaną obecnie w komercyjnych czujnikach siły, a ich niestacjonarnym odpowiednikiem. Podejście to oferuje co najmniej dwukrotne zwiększenie dynamiki czujnika w najbardziej krytycznym momencie jego pracy, tj. chwili nawiązania kontaktu robota z otoczeniem. Własność ta bezpośrednio przekłada się, na zwiększenie prędkości robota, umożliwiając znaczne skrócenie czasu cyklu na autonomicznych stanowiskach montażu.
- *Publikacja [9]*: w pracy przeprowadzono dyskretyzację filtra parametrycznego oraz zaproponowano nową procedurę optymalizacji uzmienniania jego parametrów. Proponowana procedura składa się z dwóch etapów. W pierwszym z nich parametry zmieniają się liniowo przez zadany horyzont czasu. Wartość początkowa zmiany liniowej jest wybierana losowo, a celem jest skrócenie czasu ustalania się systemu zmiennego w czasie. Wykazano, że wprowadzanie niewielkich nieliniowych zmian parametrów często dodatkowo zmniejsza czas ustalania się całej struktury zmiennej w czasie.
- *Publikacja [10]*: dokonano wnikliwej analizy teoretycznej kompensatora, ze szczególnym naciskiem na stabilność i odporność na zmiany parametrów procesu. Ponadto przeprowadzono badanie symulacyjne z wykorzystaniem dwóch sprzężonych procesów nieliniowych, tj. sterowania położeniem manipulatora, będącego w kontakcie z otoczeniem (interakcja siłowa). Wybór tego procesu nie był przypadkowy. Z jednej strony jest on niezwykle złożony, a z drugiej strony daje możliwość wyznaczenia zarówno modelu właściwego, jak i odwrotnego.

Podane w cyklu publikacji prace są ze sobą ściśle powiązane tematycznie i są to głównie artykuły w dobrych i bardzo dobrych czasopismach, materiałach konferencji międzynarodowych uznanych w społeczności międzynarodowej związanej z przedmiotową dyscypliną naukową oraz ważnych monografiach naukowych. Oznacza to, że przedstawiony do oceny cykl publikacji dotyczy różnych aspektów dotyczących odpornych układów i systemów sterowania momentem i siłą w robotyce przemysłowej. Uznaję go za cykl uzupełniających się prac, które stanowią kolejne kroki

na drodze do rozwiązania postawionego problemu badawczego. W szczególności habilitant opracował szereg rozwiązań i algorytmów, które można podsumować następująco:

- Opracowanie i praktyczna implementacja odpornych układów regulacji bazujących na modelu – propozycja nowych rozwiązań oraz ich analiza teoretyczna i eksperymentalna. Badania nad sterowaniem siłą z wykorzystaniem manipulatorów o 6-ciu stopniach swobody.
- Analiza systemów aktywnej podatności – instalowane pomiędzy sztywną strukturą robota, a jego otoczeniem. Koncepcja, projekt, budowa i uruchomienie podatnych urządzeń wykonawczych. Badania nad sterowaniem siłą z zastosowaniem manipulatorów o 6-ciu stopniach swobody.
- Projektowanie i implementacja systemów poprawy własności dynamicznych czujników siły – propozycja zastosowania filtrów parametrycznych do komercyjnych czujników momentów i sił. Badania eksperymentalne z wykorzystaniem czujnika firmy JR3.

4. Ocena aktywności naukowej i organizacyjnej habilitanta

Wymagania dla kandydatów do stopnia naukowego doktora habilitowanego wymieniają jako znaczący element aktywność w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej. Jako elementy dorobku habilitanta w tym zakresie należy wymienić:

- 2006: 3 miesięczne stypendium DAAD umożliwiające pobyt w Technische Universität Braunschweig (Institut für Robotik und Prozessinformatik) i współpracę z niemieckimi naukowcami w zakresie badań nad hybrydowymi układami sterowania momentem i siłą manipulatorów.
- 2008-2010: Technische Universität Braunschweig, Institut für Robotik und Prozessinformatik, projekt badawczy realizowany w ramach grantu MNiSW Wsparcie międzynarodowej mobilności naukowców, nr 212/MOB/2008/0, 20 miesięcy, 2008-2010.

Ponadto dr Osypiuk realizował liczne projekty badawczo-rozwojowe na Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie, które zostały szczegółowo opisane w autoreferacie. W związku z realizacją powyższych projektów, habilitant uzyskał szereg znaczących osiągnięć technologicznych.

Całkowity dorobek naukowy habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora obejmuje 13 artykułów w czasopiśmie, jedną monografię, 4 rozdziały w monografiach i 6 artykułów w materiałach konferencji naukowych. Zgodnie z Web of Science, łączna liczba cytowań 15tu prac habilitanta wynosi 66 (37 be autocytowań), a indeks Hirscha 5.

Wymienione wskaźniki bibliometryczne należy uznać jako dostateczne.

Dodatkowo należy zaznaczyć, że podczas zatrudnienia w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie habilitant prowadził 6 przedmiotów w języku polskim i jeden w języku angielskim. Zajęcia dydaktyczne odbywają się na stanowiskach laboratoryjnych zaprojektowanych i wykonanych przez habilitanta.

Dr Osypiuk był również promotorem kilkudziesięciu pracy inżynierskich i magisterskich, które uzyskały liczne nagrody lokalne i ogólnopolskie.

Działalność organizacyjna habilitanta sprowadza się do udziału w Wydziałowej Komisji Programowej oraz pełnienia funkcji opiekuna praktyk. Brak jest natomiast informacji o członkostwach w międzynarodowych/ krajowych organizacjach i stowarzyszeniach.

5. Wnioski końcowe

W wyniku całkowitej oceny prezentowanych osiągnięć i aktywności dra Osypiuka należy stwierdzić, że jest aktywnym i kreatywnym pracownikiem naukowym Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Jego osiągnięcia naukowe po uzyskaniu stopnia naukowego doktora należy uznać za znaczące. W szczególności, cykl publikacji zaprezentowanych we wniosku zawiera oryginalne i wartościowe koncepcje oraz rozwiązania świadczące jednoznacznie o dojrzałości i samodzielności habilitanta. Dodatkowo, według Web of Science, indeks Hirscha habilitanta wynosi 5, a liczba cytowań 66 (37 bez autocytowań). W przypadku kandydata do stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, powyższe wskaźniki należy uznać jako dostateczne. Oznacza to, że wniosek o nadanie drowi Rafałowi Osypiukowi stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne spełnia wymagania określone w stosowanych przepisach, tzn. należy go uznać za dostatecznie uzasadniony. Podsumowując, wniosek końcowy i konkluzja przeprowadzonej analizy są jednoznacznie pozytywne.

Zielona Góra, 04.02.2024

