Prof.dr hab.inż. Andrzej Piegat

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny

Wydział Informatyki

Żołnierska 49, 71-210 Szczecin

Szczecin 03.06.2024

Recenzja osiągnięć dr inż. Tomasza Krzeszowskiego

ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie

informatyka techniczna i telekomunikacja

Niniejsza recenzja została wykonana na zlecenie Rady Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Śląskiej Wydziału Automatyki, Elektroniki i Informatyki w Gliwicach z dnia 29.03.2024. Dr inż. Tomasz Krzeszowski zwany dalej Kandydatem ubiega się o nadanie stopnia doktora habilitowanego na podstawie art. 219 ust.1 pkt 2 ustawy - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (j.t. Dz.U. 2020 r, poz.85.z późn.zm) o następującym brzmieniu" " 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 dziedziny dyscypliny, w tym co najmniej:
a) monografię naukową wydana 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) cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formia były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art.267 ust.2 pkt 2 lit. b, lub
c)1 zrealizowane oryginalne osiągniecie projektowe, technologiczne lub artystyczne,
3) wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niz jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.
2. Osiągniecie o którym mowa w ust.1 pkt 2, może stanowić część pracy zbiorowej, jeżeli opracowanie wydzielonego zagadnienia jest indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego.
3. Obowiazek publikacji nie dotyczy osiągnięć, kórych przedmiot jest objęty ochrona informacji niejawnych.

Ocena dorobku naukwego Kandydata

Dotyczy punktu 2a) wymagań ustawy
Kandydat jest współautorem monografii podanej poniżej.

K. Przednówek (40%), T. Krzeszowski (30%), J. Iskra (20%), K. Wiktorowicz (10%). Wspomaganie procesu treningowego w biegach przez płotki z wykorzystaniem modelu komputerowego. Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, 2019. MniSW2019: 80 pkt.
Biografia reprezentuje jeden z kierunków aktywności naukowej Kandydata : zastosowanie metod naukowych w trenowaniu zawodników , tutaj biegaczy przez płotki. Dzieki analizie obrazów biegu zawodnika można podać wartościowe wskazówki ulepszający styl biegacza i poprawić jego osiągnięcia Badania opisane w monografii były wynikiem grantu w którym brało udział kilku naukowców. Ponieważ udział Kandydata w badaniach był częściowy to spełnienie warunku 2a) ustawy także można określić jako częściowe.
Dotyczy warunku 2b) ustawy.

Jako swoje główne osiagniecie naukowe Kandydat zgłosił jednotematyczny cykl publikacji [A1}... {[A 10] pod tytułem "Rozwój i zastosowanie algorytmów inteligencji roju". Cykl tez składa się z następujacych pozycji.

[A1] . T. Krzeszowski (70%, autor korespondencyjny), K. Wiktorowicz (30%), Evaluation of selected fuzzy particle swarm optimization algorithm, Federated Conference on Computer Science and Information Systems 2016 (FEDCSIS 2016) Gdański, Poland, pp.571-575,2016, IF: nie posiada, MniSW2016: 15 pkt.

[A2} T. Krzeszowski (70%, autor korespondencyjmy), K. Przednówek (15%), K. Wiktorowicz (10%), J. Iskra (5%). Estimation of hurdle clearance parametrs using a monocular human motion tracking method, Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering, Taylor & Francis, 2016, vol.19, no.12, pp.1319-1329. IF2016:1.909, MniSW2016: 25 pkt.

[A3} K. Przednowek (45%), T. Krzeszowski (45 %, autor korespondencyjny), K.H. Przednowek (5%), P. Lenik (5%), A system for analysing the basketball free throw trajectory based on particle swarm optimization, Applied Sciences, vol.8, iss.11, p.2090,2018, IF2018: 2,217, MniSW2018:25 pkt.

[A4] T. Krzeszowski (60%, autor korespondencyjny), K. Wiktorowicz (40%), Combined regularized discriminant analysis and swarm intelligent Technics for gait recognition, Sensors 2020, vol.20, iss.23, p.6794, 2020. IF2020: 3.576, MniSW:100 pkt.

[A5] K. Wiktorowicz (60%), T. Krzeszowski (40%). Training high-order Takagi-Sugeno Fuzzy Systems using batch least squares and particle swarm optimization, International Journal of Fuzzy Systems, vol.22, no.1, pp.23-34, 2020. IF2020:4.673, MniSW2020:70 pkt.

[A6] K. Wiktorowicz (50%), T. Krzeszowski (50%), Approximations of two-variable functions using high-order Takagi-Sugeno fuzzy systems, sparse regressions, and metaheuristic optimization, Sof Computing, 2020 ,vol.24, no.20, pp.15113-15127. IF2020: 3.343, MniSW2020:70 pkt.

[A7] T. Krzeszowski (50%, autor korespondencyjny), K. Wiktorowicz (50%), Training sparse fuzzy classifiers using metaheuristic optimization, IEEE International Conference on Fuzzy Systems 2021 (FUZZ-IEEE 2021), Luxemburg (virtual conference), pp 1-7,11-14 lipca, MEiN: 140 pkt.

[A8] K. Wiktorowicz (55%), T. Krzeszowski (40%), K. Przednowek (5%), Sparse regressions and particle swarm optimization in training high-order Takagi-Sugeno Fuzzy Systems, Neural Computing and Applications, vol.33, pp.2705-2717, 2021. IF2021: 5.102, MEiN2021: 100 pkt.

[A9] K. Wiktorowicz (70%) T. Krzeszowski (30%), Identification of time series models using sparse Takagi-Sugeno fuzzy systems with reduced structure, Neural Computing and Applications, vol.34, pp.7473-7488, 2022. IF2022: 6.0, MeiN2022: 100 pkt.

A10] T. Krzeszowski (70%, autor korespondencyjny), A. Świtoński (10%), M. Zieliński (5%), K. Wojciechowski (5%), J. Rosner (10%), 3D tracking of multiple drones based on particle swarm optimization, International Conference on Computational Science 2023 (ICCS 2023), Lecture Notes in Computer Science, vol. 10476, Springer, Cham, Praque, Chech Republic, 03-05 lipca, 2023. MeiN2023: 140 pkt.

W swoim Autoreferacie Kandydat podaje, że jego głównym celem naukowym (a według mnie i osiagnieciem) był rozwój i zastosowanie algorytmów inteligencji roju, a wszczególnści algorytmu optymalizacji rojem cząstek (Particle Swarm Optimization, PSO) do śledzenia ruchu, klasyfikacji i uczenia systemów rozmytych". Optymalizacja funkcji opisujacej pewną zależność polega na znalezieniu optymalnego rozwiazania. Jeżeli funkcja opisująca zależnoœæ jest prosta, rozwiazanie można znależæ wzglednie łatwo posługujac sie analitycznymi metodami znanymi z matematyki klasycznej. Niestety optymalizowane funkcje z jakimi spotkamy sie często w praktyce bywaja tak skomplikowane, że jedyną chyba możliwą metodą znalezienia optymalnego rozwiazania jest metoda przeszukiwania zbioru możliwych rozwiazań (zbiór ten czasem mo¿e byæ nieciagły i wielowymiarowy, co jeszcze bardziej utrudnia przeszukiwanie). Stąd poszukiwanie optymalnego rozwiazania metodą roju cząstek PSO, wzorowanego i sprawdzonego w przyrodzie jest jak najbardziej uzasadnione. Niestety, jak pokazał Kandydat w swoich publikacjach, liczba optymalizowanych zmiennych i parametrów może być bardzo duża. Np. W problemie PSO dla każdej z cząstek o numerze i, w kazdym kolejnym kroku poszukiwañ obliczana jest nowa pozycja Xi oraz prędkość vi. Te dwie zmienne zależne sa od wielu parametrów. Np. Prêdkoœæ vi=f1(waga inercji, od poprzedniej pozycji cz¹ski i porzedniej prędkości, od najlepszej dotyczczas znalezioej pozycji pbesti cząstki, od najlepszej dotyczas znalezionej pozycji gtbest wszystkich cząstek, od przyjetej wagi inercji omega, od mnożników wagowych c1 i c2, i od współczynników r1 i r2 przyjmowanych losowo). Kandydat, po studiach literatury i po przeprowadzeniu eksperymntów doszedł do wniosku, że waga inercji omega oraz wspólczynniki wagowe c1 i c2 powinny byæ zmieniane w zależnoœci od tego jaka jest aktualna wartość najlepszej pozycji pbesti cząstki oraz najlepszej globalnej pozycji gbest osiagniętej przez najlepszą z cząstek. W ten sposób konieczne jest ciągle uaktalnianie 3 dalszych parametrów omega, c1,c2. Kandydat zaproponował aby tą aktualizację dokonywać z wykorzystaniem wiedzy eksperta, którą można zapisać w formie zbioru reguł rozmytych i zbioru rozmytych funkcji przynależności wystêpujacych w tych regułach. Jednak wiedza eksperta w momencie pocz

atkowym nie musi być optymalna i nale¿y ją udoskonalić. W ten sposób liczba optymalizowanych elementów zwiększa sie o zbiór reguł i zbiór funkcji przynależności w nich występujacych. Znaczącym osiągnięciem Kandydata jest własnie opracowanie metody optymalizacji tych wszystkich elementów systemu PSO, nie tylko na podstawie swej heurystycznej wiedzy ale także na podstawie wielu przeprowadzonych eksperymentów (zastosowań). Kandydat stoswał w swych badaniach wiedzę regułową głównie w postaci systemów Takagi-Sugeno. Najpierw opracował optymalizację tych systemó w z u¿yciem PSO dla przypadku jednej zmiennej wejsciowej a nastêpnie dla 2-ch zmiennych. Niektóre metody opracowane przez niego są nowatorskie. Zostały one przetestowane na znanych funkcjach benchmarkowych, takich jak funkcja Ackleya, Griewanka, Rastigina i Rosenbroka. Najbardziej chyba obszerne opisy metod uczenia rozmytych systemów Takagi-Sugeno znaleźć mozna w publikacji Kandydata A8 i A9. Kandydat bada tam możliwścci upraszczanai modeli TS tak aby uzyskiwaæ tkz. szczędne modele TS w których nie ma niepotrzebnych reguł oraz niepotrzebnych parametrów (dokonuje się wyzerowania niektórych parametrów). Opracowywanie oszczędnych modeli rozmytych TS jest nowością wprowadzoną przez Kandydata. Nowość ta umożliwia regularyzację modelu, czyli jego nastrojenie próbkami uczacymi w sytuacji, gdy liczba zmiennych systemu jest wieksza niz liczba posiadanych próbek (obserwacji systemu). Ma to duże znaczenie praktyczne, bowiem brak próbek występuje często. Osiągnięcia w zakresie uczenia modeli rozmytych Takagi-Sugeno przyczyniły siê do zwiększenia efektywności metody Particle Swarm Optimization, która z kolei umozliwia znajdowanie quasi-optymalnych rozwiazań trudnych i skomplikowanych systemów. Kandydat swoje osiągnięcia metodą optymalizacji rojem czastek (określone skrótowo jako MFPSO) stosował w celach weryfikacyjnych oraz w celu udoskonalania tej metody w wielu praktycznych zastoswaniach głównie sportowych. Pierwszym zastosowaniem było śledzenie ruchu płotkarza w biegu i estymacja parametrów płotkowego ruchu biegacza. Jak podaje Kandydat, dokładne ustalenie pozy ciała biegacza jest zadaniem bardzo trudnym, ale umo¿liwia wykrywanie błêdów , poprawianie stylu biegania i osiąganie lepszych wyników . W badaniach zastosowano obraz tylko z jednej kamery oraz 3-wymiarowy model postaci ludzkiej i optymalizację rojem cząstek. Z opisu problemu ustalania pozy biegacza wynika, że jest to problem trudny sam w sobie i wymaga sporych studiów i eksperymentów.

Drugim wa¿nym zastosowaniem algorytmu optymalizacji rojem cząstek jest estymacja trajektorii lotu piłki i parametrów rzutu wolnego w koszykówce. Rzut wolny, który często decyduje o końcowym wyniku meczu może być podzielony na kilka etapów w których występuje aż 10 zmiennych. Ich przykadami jest różnica wysokości między piłką i koszem, wysokość paraboli lotu piłki do kosza, prędkość piłki w pierwszej fazie lotu, prędkość w drugiej fazie i inne. Analizując te parametry z rzutów udanych i nieudanych można określić ich zalecane wartości (bądź niezalecane) i udoskonalać technikę rzutów zawodników.

Trzecim bardzo ważnym zastosowaniem optymalizacji rojem cząstek jest śledzenie ruchu wielu dronów. Analiza literatury wykazuje, że brak jest opublikowanych prac dotyczacych problematyki śledzenia wielu dronów w przestrzeni trójwymiarowej. Kandydat wraz z współpracownikami opracował metodę śledzenia dronów opartą na algorytmie optymalizacji rojem cząstek i obrazów uzyskanych z systemu wielu kamer oraz metodzie wydzielania dronów z

obrazu. Uzyskał małe błędy śledzenia pozycji dronów. Czwartym zastosowaniem metody Particle Swarm Optimization jest zastosowanie do identyfikacji osób na podstawie ich chodu. Ta metoda bardzo nadaje się do systemów nadzoru wizyjnego i umożliwia identyfikację osób nawet zamaskowanych, chociaż nie zawsze. Zadanie to jest samo w sobie zadaniem bardzo trudnym . Kandydat porównywał własna metodę z innymi znanymi metodami identyfikacji i uzyskał bardzo dobre wyniki.
Piątym zastosowaniem metody PSO opracowanej przez Kandydata jest zastosowanie do nadzorowanego sytemów Takagi-Sugeno. Uczenie to może dotyczyć tylko poprzedników reguł , tylko następników, oraz jednocześnie poprzedników i nastepników. Kandydat opracował metodę identyfikacji modeli TS systemów źle uwarunkowanych, gdzie liczba obserwacji (próbek) jest zbyt mała w stosunku do liczby strojonych parametrów systemu. Zastosował w swych metodach tkz regresje rzadkie, które cechuja sie tym, ¿e niektóre wspólczynniki w następnikach modeli Takagi-Sugeno staja sie zerami. Pozwala to na uproszczenie modelu często bez uszczerbku na jego dokładności.
Szóstym zastosowaniem metody PSO opracowanej przez Kandydata jest zastosowanie do predykcji szeregów czasowych z wykorzystaniem rozmytego systemu T-S uczonego przy pomocy metaheurystycznych algorytmów optymalizacji, regresji rzadkiej i etykiet reguł. Predykcja szeregów czasowych umożliwia prognozowanie przyszłych wartości zmiennych o ile przeszłe zależności istniejace w badanym systemie zachowają się w przyszłości, co w niektórych systemach ma miejsce. Kandydat porównywał opracowaną przez siebie metodę z innymi znanymi metodami klasyfikacyjnymi i uzyskał dobre wyniki.

Dotyczy warunku 2c) ustawy

Warunek ten dotyczy zrealizowanych oryginalnych osiagnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych lub artystycznych. Kandydat wykazuje się w tym zakresie patentem podanym poniżej:
T. Krzeszowski (51%), K. Przednowek (49%), Sposób estymacji cech somatycznych, wskaźników somatycznych, komponentów somatotypu, samego somatotypu oraz komponentów składu ciała z wykorzystaniem sensora głębi. Zgłoszenie wynalazku nr P.434848 (29.07.2020 r.); patent przyznano 17.11.2021 r.: numer publikacji opisu patentowego PL240075B1 (14.02.2022 r.) MeiN2022: 75 pkt.
Wynalazek opisany w patencie jest bardzo ciekawy. Na podstawie 3D skanu ciała ludzkiego umożliwia on przyblizoną estymacje takich cech somatycznych jak wysokość, rozpiętość ramion, obwody, masy ciała, , body mass index, wskaźnik otyłości ciała, wskaźnik powierzchni ciała , masę ciała, etc. Wynalazek powstał jako wynik prac realizowanych w ramach grantu , w którym Kandydat pełnił funkcję kierownika.

Dotyczy punktu 3) wymagań ustawy odnośnie istotnej aktywnościa naukowej albo artystycznej Kandydata realizowaną w więcej niz jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagraniczenej.
Kandydat prowadził współpracę naukową z jednym uniwersytetem zagranicznym (Uniwersytet Valencia w Hiszpanii) oraz z 5 uczelniami polskimi (Instytut Informatyki Politechniki Śląskiej w

Gliwicach, Polsko-Japońska Akademia Technik Komputerowych, Akademia Górniczo-Hutnicza , Politechnika Opolska). W ramach współpracy z Uniwersytetem Valencia Kandydat prowadził badania dotyczące autonomicznego ladowania bezzałogowych pojazdów powietrznych (UAV). W ramach współpracy z Politechnika Sląską w Gliwicach, z Polsko-Japońską Akademią Technik Komputerowych oraz z Akademią Górniczo_Hutniczą Kandydat realizował granty badawcze i opracowywał publikacje prezentujęce wspólne badania dotyczace śledzenia ruchu ludzkich postaci oraz rozpoznawania ludzi na podstawie ich chodu. Obecnie Kandydat współpracuje nad estymacją pozycji i orientacji pojazdów powietrznych bezzałodowych UAV. W ramach współpracy z Uniwersytetem Rzeszowskim i Politechnika Opolska Kandydat badał i publikował wyniki dotyczace wspomagania procesu treningowego zawodników biegajacych przez płotki z wykorzystaniem modelowania komputerowego. Z Uniwersytetem Rzeszowskim Kandydat prowadzi badania mające na celu wykrywanie (detekcję) upadków osób starszych. Jak widać z powyzszego tematy współpracy są bardzo trudne, poważne i pozyteczne.

Inne osiagnięcia Kandydata nie ujęte w wymaganiach ustawy odnośnie przyznawania stopnia doktora habilitowanego.

Kandydat ma spore osiągnięcia dydaktyczne. Prowadził zajęcia z zakresu przedmiotów informatycznych 1 wykład i 10 laboratoriów. W ramach programu Erasmus prowadził 3 przedmioty w języku angielskim. Prowadził 2 kursy informatyczne współfinansowane przez Unię Europejską. Był promotorem 32 prac inzynierskich oraz 9 prac magisterskich. Prowadził projekt inzynierski studenta z zagranicy w ramach programu Erasmus.
Kandydat ma również osiagnięcia organizacyjne na uczelni Opiekował się studenckim kołem naukowycm, stażystami z Turcji, a w wyniku naukowej współpracy ze studentami opublikował 5 artykułów na 3 konferencjach zagranicznych i 2 artykuły w zagranicznych czasopismach. Kandydat współpracuje z międzynarodowymi czasopismami naukowymi: wykonał dotychczas 78 recenzji naukowych artykułów , co jes znaczna liczbą. Kandydat 2 razy pełnił rolę redaktora gościnnego wydań specjalnych w Czasopiśmie Sensors o IF2022:3.9. Naukowa praca Kandydata spotkała się z uznaniem uczelni : otrzymał za nią 2 nagrody indywidualne Rektora Politechniki Rzeszowskiej oraz 3 nagrody zespołowe. Kandydat otrzymał również nagrodę za poster na konferencji icSPORTS 2016.

Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę główne naukowe osiągnięcie Kandydata przedstawione w ramach cyklu publikacji [A1]-[A10] uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora, stwierdzam, że osiagnięcie to w pełni zasługuje na określenie "znaczący wkład naukowy w rozwój dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja. Uwzględniając dalsze osiagnięcia Kandydata dotyczące punktów 2a), 2c) i 3) Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym , osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne, dużą zagraniczną aktywność naukową stwierdzam, że Kandydat dr inż. Tomasz Krzeszowski spełnia wymagania w.w Ustawy dotyczące nadania stopnia doktora habilitowanego i wnioskuję o nadanie Mu takiego stopnia.