

Prof. dr hab. inż. Ewa Skubalska-Rafajłowicz

Wrocław 24.01.2025

Wydział Informatyki Technicznej i Telekomunikacji

Politechnika Wrocławska

Katedra Informatyki Technicznej

Opinia w postępowaniu w sprawie nadania dr Dawidowi Połapowi stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie Informatyka techniczna i telekomunikacja

Niniejsza opinia została przygotowana w odpowiedzi na pismo prodziekana ds. nauki Wydziału Informatyki i Sztucznej Inteligencji Politechniki Częstochowskiej prof. Adama Kulawika w sprawie sporządzenia recenzji dotyczącej nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja dr Dawidowi Połapowi. Pismo to dotarło do mnie 4.12.2024 roku.

Podstawowe informacje o Kandydacie

Dr Dawid Połap ukończył w roku 2017 studia magisterskie na Wydziale Matematyki Stosowanej Politechniki Śląskiej uzyskując tytuł magistra matematyki.

Od roku 2017 Jest zatrudniony na Wydziale Matematyki Stosowanej Politechniki Śląskiej najpierw na stanowisku asystenta, a następnie po uzyskaniu stopnia dr nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Informatyka techniczna i telekomunikacja w roku 2019, na stanowisku adiunkta.

Stopień doktora Kandydat uzyskał 19.09.2019 w Politechnice Częstochowskiej na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Informatyki na podstawie rozprawy doktorskiej *„Hybrydowa metoda ekstrakcji i klasyfikacji cech dla systemów człowiek–maszyna”*. Promotorem doktoratu był dr hab. inż. Marcin Woźniak, prof. PŚ (aktualnie prof. dr hab. inż.).

Ocena Znaczenia Dorobku Naukowego Kandydata

Zgodnie z informacją umieszczoną na stronie Wydziału Matematyki Stosowanej Politechniki Śląskiej Kandydat jest autorem 164 publikacji, w tym 131 publikacji jest indeksowanych w WoS z h-indeksiem 27 (aktualnie 28, h-indeks w bazie Scopus wynosi 30).

Sumaryczny IF publikacji Kandydata wynosi 312,383, sumaryczny SNIP - 140,328, sumaryczny CiteScore - 579,2, a sumaryczna punktacja ministerialna to 9 243 pt.

Łączna liczba cytowań prac Kandydata według Google Scholar wynosi 4310. Według WoS liczba cytowań prac Kandydata to 2455 (bez autocytowań).

Dr Dawid Połap od samego początku swojej działalności naukowej pracuje bardzo intensywnie zarówno w okresie przed jak i po uzyskaniu stopnia doktora.

Dr D. Połap znalazł się na liście wyróżnionych w zestawieniu World's TOP 2% Scientists, (za lata 2020, 2021, 2022), zestawienie przygotowane przez Stanford University we współpracy z wydawnictwem Elsevier.

We wskazanym przez Kandydata i omówionym poniżej cyklu publikacji wszystkie prace pochodzą z okresu po uzyskaniu stopnia doktora. Świadczy to o aktualności dorobku Kandydata wskazanego jako znaczący dla dyscypliny. Warto przypomnieć, że artykuł 219 Ustawy „**Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce**” nie zawiera takiego wymogu.

Ocena osiągnięcia wskazanego we wniosku Kandydata (cyklu publikacji).

Podstawą do ubiegania się Kandydata o nadanie Mu stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie ITiT stanowi cykl 14 publikacji pod tytułem *Nowe metody analizy obrazów dwuwymiarowych z użyciem głębokich kaskadowych i wieloatencyjnych sieci neuronowych*.

Sumaryczna ilość punktów MNiSW/MEiN wskazanych prac wynosi 2080, a sumaryczny Impact Factor - 75,89.

Praca [P1] (2022 rok, 40 cytowań według WoS) przedstawia konstrukcję automatycznego i działającego w czasie rzeczywistym systemu wykrywania i klasyfikacji obiektów na dwuwymiarowych obrazach sonarowych. System obejmuje dwie sieci splotowe (CNN), jedną do wykrywania obiektów oraz drugą do ich klasyfikacji. Ponadto system zawiera także moduł oparty na klasycznych algorytmach przetwarzania obrazów (transformacji obrazu do

poziomu szarości oraz analizy histogramu obrazu) o wyznaczenia ROI. Ze względu na relatywnie małą liczbę danych w proponowanym rozwiązaniu użyto transferu wytrenowanych sieci oraz augmentacji danych. Część operacji wykonywano na sekwencyjnie na obrazach podzielonych na mniejsze bloki. System obejmował także sposób tworzenia baz danych uczących dla sieci CNN.

W pracy [P2] zaproponowano nowy algorytm obliczania kryterium optymalizacyjnego stosowanego w uczeniu autoencoderów zbudowanych w oparciu o sieci CNN lub MLP. Kryterium to polega na minimalizacji entropii w otoczeniu wybranych punktów charakterystycznych przetwarzanych obrazów 2D. Z kolei punkty charakterystyczne są wyznaczone z użyciem jednego z wybranych algorytmów populacyjnych optymalizujących sformułowane eksperymentalnie kryterium uwzględniające kształty obrazu przetworzonego przez filtr wytłaczany i kolory analizowanego obrazu. Podejście okazało się relatywnie efektywne przy uzyskiwaniu rekonstrukcji obrazów na poziomie 0.95. Bardzo ciekawa praca, choć zgodnie z moją wiedzą nie jest indeksowana w WoS i wymaga dalszych badań w odniesieniu do problemu poprawiania jakości zaszumionych obrazów.

Praca [P3] proponuje automatyczną analizę zawartości zarejestrowanych obrazów wideo w systemie monitoringu w celu wykrycia nowości (anomalii). Kandydat zaproponował populacyjny algorytm heurystyczny do wykrywania istotnych zmian w poszczególnych klatkach wideo, w którym populacje tworzy pewna liczba pikseli. Uczenie sieci CNN na wyselekcjonowanych klatkach odbywa się w klasycznym systemie federacyjnym obsługującym kilku użytkowników.

Praca [P4] przedstawia nowatorskie połączenie uczenia federacyjnego z meta-heurystyką typu populacyjnego w zadaniu klasyfikacji obrazów medycznych. W pracy przedstawiono nową, efektywną metodę uczenia federacyjnego, w której optymalizacji podlegają modele w procesie agregacji. W przypadku modeli lokalnych zastosowano też procedurę usuwania tzw. przykładów zatrutych. Przykłady te mogłyby znacząco obniżyć efektywność klasyfikatora, ponieważ generowały zbyt duże wartości indywidualnej funkcji straty.

Praca [P5](Neural Networks, 2022) kontynuuje tematykę federacyjnego uczenia w przypadku klasyfikacji obrazów owoców. W pracy tej przedstawiono i zbadano nową metodę poszerzania zbioru przykładu (tzw. augmentacja) .

Nowy obraz treningowy (wybrany losowo) jest uzupełniany przez otoczenia punktów charakterystycznych wyznaczony przy użyciu heurystyki populacyjnej. W powiązaniu z uczeniem transferowym modeli lokalnych uzyskano bardzo dobrą dokładność klasyfikacji.

Kolejna praca [P7] dotyczy problemu stworzenia systemu automatycznej analizy nagrań wideo służących do monitorowania rzek i klasyfikacji wykrytych na nagraniach obiektów. Wybrane klatki były powielane przez dodatkowe przetworzenie przez klasyczne algorytmy przetwarzania obrazów (wykrywanie krawędzi, filtry rozmywające). Klasyfikacji dokonywano na podstawie działania kaskady niezależnych klasyfikatorów, którym na podstawie uzyskiwanych wyników częściowych przydzielano i modyfikowano priorytety. Priorytety te pozwalały na wskazanie który z klasyfikatorów powinien być wybrany do klasyfikacji danego obiektu.

Praca [P8](Applied Soft Computing 2020) dotyczy analizy obrazów mikroskopowych i wykrywania typów kształtu obserwowanych na zdjęciach obiektów. W pracy tej także zastosowano kaskadę klasyfikatorów (relatywnie proste struktury sieci konwolucyjnych). Tym razem priorytety poszczególnych klasyfikatorów były wyznaczane z użyciem algorytmu genetycznego. Algorytm genetyczny służył do wskazania prawdopodobieństwa przynależności analizowanego obiektu do odpowiedniej klasy.

Kolejna praca w zestawie [P9] (2019) także proponuje zastosowanie kaskady klasyfikatorów. Tym razem kaskada klasyfikatorów służy do rozpoznawania małych obiektów na wydzielonych fragmentach obrazów. Proponowane rozwiązanie polega na wyszukiwaniu punktów kluczowych analizowanych obrazów z wykorzystaniem klasycznych metod przetwarzania obrazów.

W artykule [P10] zaproponowano metodę automatycznej ekstrakcji opisu obrazu. Model zawiera moduł służący do usuwania głównych obiektów z obrazu co pozwoli na łatwiejsze klasyfikowanie elementów znajdujących się w tle za pośrednictwem sieci U-NET. Obrazy główne są klasyfikowane przez wielogałęziowe sieci splotowe. Na podstawie wyznaczonego prawdopodobieństwa przynależności do poszczególnych klas znajdowane są powiązane wartości lingwistyczne (klasyczna sieć Skip-Gram). Struktura gałęziowa (tylko

wspólne wejście) pozwala na elastyczne rozszerzanie liczby analizowanych klas (własność znana już w przypadku perceptronu Rosenblatta).

Ostatnie cztery prace z cyklu [P11-P14] Habilitant wyróżnił jako te, w których w różnych konfiguracjach systemu i różnych zastosowaniach użyto moduły uwagi (atencji).

Praca [P11] (IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING, 2024) dotyczy analizy zdjęć sonarowych. Proponowane rozwiązanie jest oparte na użyciu cyfrowych bliźniaków (klasyfikatora i generatora GAN). W pracy zaproponowano zastosowanie architektury CNN z dodatkowymi warstwami uwagi na różnych poziomach ekstrakcji cech, przy czym wagi atencyjne otrzymywane są w procesie intensywnego uczenia sieci GAN, a następnie transferowane do sieci klasyfikującej. Wprowadzenie większej liczby warstw uwagi, które koncentrują się na lokalnych i globalnych cechach sonaru pozwala na ich fuzję.

W pracy [P12] zaproponowano system diagnostyczny oparty na analizie obrazu pojazdów. Sieć splotowa została dostosowana do analizy przede wszystkim kształtu i orientacji pojazdów w odniesieniu do otoczenia. W modelu użyto warstwy uwagi przestrzennej, która generuje mapę uwagi przestrzennej w sposób dynamiczny.

Praca [P13] przedstawia oryginalną architekturę sieci neuronowej, której celem jest wykrywanie obiektów (skał lub głazów) na powierzchni księżyca na podstawie kamery pojazdu. Na architekturę sieci składa się nowo wprowadzony moduł uwagi oparty na idei bloków ściskanie -wzbudzenie (Squeeze and Excitation). Jest to jeden z popularnych mechanizmów atencji oparty na pracy (Hu et al. Squeeze and Excitation Network, 2018). Pyramid pooling użyto w warstwie ściskania do uśrednienia powiązań między cechami w różnych skalach.

Ostatnia praca [P14] (Expert Systems with Applications (2024)) dotyczy nowego modelu działania Medycznego Internetu Rzeczy. Model został oparty na zdecentralizowanym uczeniu federacyjnym. Bezpieczeństwo danych medycznych zapewnić ma wprowadzany lokalne i globalne system blockchainów. Do klasyfikacji danych użyto sieci dwuwęzłowej z modułem uwagi przestrzennej, który pozwala na fuzję cech przetworzonych obrazów. Dodatkowe wejście tworzy zbiór superpikseli utworzony za każdym razem przez algorytm

heurystyczny w celu zmniejszenia ilości informacji w obrazie poprzez pozostawienie tylko cech globalnych. Model umożliwia ekstrakcję różnych cech z obrazu w oddzielnych gałęziach, które są przetwarzane przez moduł uwagi i późniejszą fuzję.

Proponowane przez dr D. Połacia rozwiązania są bardzo mocno nastawione na efektywne rozwiązanie konkretnego problemu aplikacyjnego. W zasadzie prawie każda prezentowana praca wnosi duży wkład w dyscyplinę informatyki i telekomunikacji.

Wykazywanie się Kandydata istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, w szczególności zagranicznej (zgodnie z Art. 219. , 3) odośnej Ustawy)

Potwierdzeniem faktu wykazywaniu się przez Kandydata istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej (Art. 219 punkt 3) jest odbycie 3 staży na uczelni zagranicznej, a dokładnie : staży na Uniwersytecie w Katanii, Włochy, w terminach 03-09.2017, 05-09.2019 oraz 16.07-14.08.2021 (łącznie około 12 miesięcy). Efektem tych staży były publikacje współautorskie z pracownikami Uniwersytetu w Katanii, między innymi : G. Capizzi, G. Sciuto, C. Napoli, D. Połap, M. Woźniak. *Small Lung Nodules Detection based on Fuzzy-Logic and Probabilistic Neural Network with Bio-inspired Reinforcement Learning*. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, , 2019, pp. 1178-1189.

Small lung nodules detection based on local variance analysis and probabilistic neural network

Marcin Woźniak , Dawid Połap , Giacomo Capizzi , Grazia Lo Sciuto i inni, Comput Methods Programs Biomed 2018

M. Woźniak, D. Połap, C. Napoli, E. Tramontana : *Application of Bio-Inspired Methods in Distributed Gaming Systems*. Information Technology and Control, Vol. 46, No. 1 2017, 150-164.

M. Woźniak, D. Połap, C. Napoli, E. Tramontana : *Graphic object feature extraction system based on cuckoo search algorithm*. Expert Systems with Applications, Vol. 66, 2016, pp. 20-31.

D. Połap, M. Woźniak, C. Napoli, E. Tramontana : *Real-Time Cloud-based Game Management System via Cuckoo Search Algorithm*. International Journal of Electronics and Telecommunications, Vol. 61, No. 4 2015, pp. 333-338.

M. Woźniak, D. Połap, G. Capizzi, G. Lo Sciuto : *Capturing direction of video camera in real-time by the use of heuristic algorithm*. International Journal of Computer Science & Applications, Vol. 14, No. 1, 2017, pp. 89-101.

Ocena pozostałego dorobku Kandydata.

Dr D. Połap prowadził i prowadzi bardzo intensywną działalność badawczą , dydaktyczną i wspierającą środowisko naukowe w dyscyplinie liT , o czym świadczą następujące fakty:

A) Kandydat brał udział jako wykonawca w projekcie „System automatycznego rozpoznawania i identyfikacji jednostek pływających na akwenach objętych monitoringiem wideo” (numer NCBIR LIDER 0098/L-8/2016), w projekcie „Inteligentny system ewidencji oznakowania nawigacyjnego” (minigrant 2/CIAM/2022) oraz aktualnie jest wykonawcą w projekcie „Innowacyjny system wielowymiarowego i wieloczasowego monitoringu strefy brzegowej z wykorzystaniem autonomicznej bezzałogowej jednostki pływającej” (numer LIDER/4/0026/L-12/20/NCBR/2021) .

B) Kandydat brał udział w komitetach organizacyjnych lub naukowych konferencji ECAI 2024, ICAART 2023, IDAACS 2023, ICAART 2024.

C) Jest Associate Editorem czasopism: Applied Soft Computing oraz Expert Systems with Applications.

D) Wykonał szereg recenzji dla renomowanych czasopism naukowych z dyscypliny liT: IEEE Transactions on Industrial Informatics, IEEE Transactions on Cybernetics, Neural Networks, ISA Transactions, Information Fusion, Information Sciences, Expert Systems with Applications, Engineering Applications of Artificial Intelligence , Computers & Electrical Engineering (łącznie ponad 250)

E) Dr D. Połap prowadził i prowadzi bardzo intensywną działalność dydaktyczną. związaną z dyscypliną informatyki technicznej. Prowadził między innymi wykłady z przedmiotu

„Algorytmy i struktury danych”, „Systemy sztucznej inteligencji”, „Sieci neuronowe”, „Modelowanie i analiza systemów informatycznych „.

Dr D. Połap znalazł się na liście wyróżnionych w zestawieniu World's TOP 2% Scientists, (za lata 2020, 2021, 2022), zestawienie przygotowane przez Stanford University we współpracy z wydawnictwem Elsevier.

Ocena końcowa

Dr Dawid Połap w pełni spełnia wymogi Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Art.219 1), 2), 3).

1) Dr Dawid Połap uzyskał stopień doktora nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Informatyka techniczna i telekomunikacja w roku 2019.

2) Kandydat posiada w swoim dorobku osiągnięcia naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny IT, w tym między innymi lokuje się cykl 14 publikacji pt. Nowe metody analizy obrazów dwuwymiarowych z użyciem głębokich kaskadowych i wieloatencyjnych sieci neuronowych. Cykl ten stanowi tylko niewielką część całego dorobku publikacyjnego Kandydata, który jest imponujący zarówno ilościowo jak i jakościowo.

W proponowanych rozwiązaniach Habilitant łączy zastosowanie sieci neuronowych (głównie konwolucyjnych) z klasycznymi algorytmami przetwarzania obrazów W wielu przypadkach stosowane są algorytmy heurystyczne do poprawy jakości funkcjonowania wyróżnionych modułów systemu.

Łatwo zauważyć, że często stosowanym w pracach algorytmem jest algorytm Red Fox. Warto przy tym nadmienić, że Habilitant jest, wraz z prof. M. Woźniakiem, współautorem publikacji „Red fox optimization algorithm”(Experts Systems with Applications 2021), która ma największą liczbę cytowań prac Kandydata indeksowanych w WoS, czyli 264.

Habilitant przedstawił w swoich publikacjach własne warianty działania kaskady klasyfikatorów, a dokładniej adaptacyjnego przydzielania klasyfikatorom priorytetów oceniających ważność ich decyzji, wprowadził innowacyjne zastosowania rozmaitego typu

modułów uwagi, zaproponował różne warianty poprawiające działanie uczenia federacyjnego, zbadał efektywność stosowania uczenia transferowego, augmentacji danych, różnych wariantów uczenia kooperacyjnego, dekompozycji obrazów na mniejsze fragmenty oraz uzupełnienie metod uczenia maszynowego o tradycyjne algorytmy przetwarzania obrazów.

3) Dr Dawid Połap wykazał się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, w szczególności zagranicznej.

Świadczy o tym odbycie 3 staży na uczelni zagranicznej, a dokładnie : staży na Uniwersytecie w Katonii, Włochy, w terminach 03-09.2017, 05-09.2019 oraz 16.07-14.08.2021 (łącznie około 12 miesięcy). Efektem tych staży były publikacje współautorskie z pracownikami Uniwersytetu w Katonii.

Reasumując, uważam, że osiągnięcia naukowe Habilitanta oraz całokształt jego dorobku publikacyjnego oraz aktywności w pracy dla środowiska naukowego zasługują na zdecydowanie pozytywną ocenę i spełniają odnośne kryteria ustawowe. Dlatego też będę optowała za podjęciem uchwały zawierającej pozytywną opinię w sprawie nadania dr Dawidowi Połapowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacji.

Ewa Skubalska-Rafajłowicz