



Politechnika Łódzka

Instytut Informatyki

RDITT - mpt. 11.03.2025.

Łódź, 26 lutego 2025

prof. dr hab. inż. Adam Wojciechowski
Instytut Informatyki
Wydział Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej
Politechnika Łódzka
Al. Politechniki 8
93-590 Łódź

RECENZJA

wniosku o nadanie stopnia

DOKTORA HABILITOWANEGO

w Dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja

Panu doktorowi inżynierowi Przemysławowi Skurowskiemu

Niniejsza recenzja została wykonana na zlecenie Rady Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja, Politechniki Śląskiej, która uchwałą nr RDITT.0211.55.2024 z dnia 29.10.2024 powołała mnie na recenzenta w sprawie wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego w Dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Panu doktorowi inżynierowi Przemysławowi Skurowskiemu.

Informacje wstępne

Pan dr inż. Przemysław Skurowski w 2000 roku ukończył studia magisterskie na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki, Politechniki Śląskiej, broniąc pracę dyplomową pt. „*Eliminacja składowej zaburzeniowej w obrazach cyfrowych powodowanej interferencją rastrów*”. Stopień doktora nauk technicznych w zakresie Informatyki, uzyskał na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki, Politechniki Śląskiej w 2007 roku na podstawie rozprawy zatytułowanej „*Analiza i tłumienie zjawisk moire w skanowanych barwnych obrazach półtonalnych*”. Habilitant zatrudniony jest na stanowisku adiunkta w Katedrze Grafiki, Wizji Komputerowej i Systemów Cyfrowych, Instytutu Informatyki, Wydziału Automatyki, Elektroniki i Informatyki, Politechniki Śląskiej.

Dr inż. Przemysław Skurowski zwrócił się w dniu 7 maja 2024 roku z wnioskiem o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja. Wniosek dra inż. Przemysława Skurowskiego skierowany za pośrednictwem Rady Doskonałości Naukowej określa jako podstawę do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja osiągnięcie określone jako cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych pt. „*Analiza i przetwarzanie obrazów i sygnałów skoncentrowane na ludzkim odbiorcy*”.

Ocena osiągnięcia naukowego

W skład cyklu publikacji przedstawionych przez Habilitanta wchodzi 23 prace, w tym 11 artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach z listy MNiSW (8 prac indeksowanych na liście *Journal Citation Report* – 7 prac w czasopiśmie *Sensors* i 1 praca w czasopiśmie *Biomedical Signal Processing and Control*) oraz 12 referatów konferencyjnych. Oceniając zasadność wniosku o nadanie

stopnia doktora habilitowanego, na podstawie wspomnianego cyklu publikacji, należy uwzględnić wagę osiągnięć naukowych opisanych w publikacjach i ich znaczenie w reprezentowanej dziedzinie i dyscyplinie.

Publikacje pochodzą z lat 2007 – 2024 i wszystkie przynależą do dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja. Jest ich relatywnie dużo, ale ich liczbę może uzasadniać długi, 17 letni okres gromadzenia dorobku po doktoracie. Prace zostały pogrupowane w dwa podobszary tematyczne dotyczące „modelowania ludzkiego odbiorcy w przetwarzaniu obrazów” oraz „technik akwizycji, przetwarzania i analizy sygnałów ruchu człowieka”.

Habilitant w ramach prac z cyklu, które są w większości wieloautorskie, był przeważnie pierwszym autorem, co zgodnie z deklaracją wynika z autorstwa koncepcji pracy oraz opracowania podstaw teoretycznych, przeprowadzeniu eksperymentów, opracowaniu wyników i współredagowaniu manuskryptów.

Pod względem merytorycznym pierwsza część dorobku naukowego Habilitanta dotyczy wielu aspektów modelowania ludzkiego odbiorcy, w tym obiektywnego pomiaru jakości obrazów [P1,P2,P4,P5], map istotności obrazów oraz harmonii barw [P3,P6,P7,P8], czy użyteczności metod wizyjnych w interakcji użytkownika z otoczeniem [P9,P10].

Problem percepcyjnej oceny jakości obrazów zmodyfikowanych podczas kompresji był rozwiązywany początkowo poprzez dobór percepcyjnych palet barw (SCIELAB), których zastosowanie pozwala skuteczniej oceniać jakość kompresowanych obrazów za pomocą klasycznych miar takich jak MSE czy SNR [P1]. W kolejnym ujęciu [P2] do oceny jakości obrazu zaproponowano wykorzystanie korelacji widm fazowych (Fourierowskich) obrazów: oryginalnego i skompresowanego. Wykazano, że uśredniona ludzka subiektywna ocena koresponduje prawie liniowo z korelacją pomiędzy fazą obrazu oryginalnego i zniekształconego, co nadaje spostrzeżeniu wysoką wartość użytkową. Kolejne prace [P4,P5] pozwoliły na uwzględnienie amplitudy jako czynnika ważenia widm fazowych i jeszcze dokładniejsze skorelowanie oceny jakości obrazu z ludzkimi ocenami. Powstała metoda oceny jakości obrazów, wykorzystywała kryteria takie jak monotoniczność, dokładność, czy spójność i stanowiła duże osiągnięcie jak na czas publikacji. Usprawnienia dotyczyły również doboru parametrów miar wyrażanych iloczynem wielu składników, np. jasności, kontrastu, struktury oraz redukcji złożoności obliczeniowej problemu. Wątek tych badań należy uznać za ciekawy, wartościowy, choć wąsko ujęty i niestety przerwany ponad 10 lat temu. Trudno jest teraz zrekonstruować stan wiedzy z roku 2014, ale temat automatycznej oceny jakości obrazów powstałych z użyciem modeli generatywnej sztucznej inteligencji, czy oceny nadrozdzielczych obrazów jest aktualnym i ważnym obszarem badań, znajdującym szerokie zastosowanie i wciąż wymagającym efektywnych rozwiązań.

Inny wątek modelowania percepcji odbiorcy dotyczył poszukiwania harmonijnych schematów barwnych [P3]. Dzięki zastosowaniu hierarchicznego grupowania i miary podobieństwa palet barw wykorzystującej rozmytą wersję miary podobieństwa Jacarda dla składowej chromy, Habilitantowi udało się zidentyfikować siedem nowych modeli harmonii barw, oprócz tych które zostały rozpoznane w konkurencyjnych pracach. Wątek ten, choć inspirujący, nie był kontynuowany.

Kolejnym wątkiem modelowania percepcji użytkownika jest zbiór prac poświęconych mapom istotności (uwagi), czyli topologicznym reprezentacjom rozkładu istotności obrazu w ujęciu potencjalnego obserwatora. O ile próba skorelowania widma fourierowskiego mapy stworzonej modelem GBVS ze złożonością sceny (ocena trudności kierowania samochodem) [P6] była moim zdaniem przyczynkowa i słabo umotywowana to analiza modeli map uwagi, opartych na różnych koncepcjach, w kontekście nietypowych obrazów zakamuflowanych zwierząt, jest ciekawa poznawczo i systematyzuje wiedzę w przedmiotowym zakresie [P7]. Pomysł kalibracji nagrań z eksperymentów

okulograficznych po fakcie, na podstawie potencjalnych punktów fiksacji oszacowanych za pomocą map istotności [P8] jest śmiały i intrygujący, chociaż w świetle wielu uwarunkowań, wpływających na jakość kalibracji, trudny w obronie. Wartym odnotowania, w przedmiotowym obszarze badań, jest fakt stworzenia autorskich zbiorów obrazów [D1, D2], które stanowią wsparcie dla środowiska naukowego zajmującego się przedmiotowym zagadnieniem. Dyskutowany wątek, również dotyczy ważnego i wciąż nierozwiązanego problemu modelowania ludzkiej uwagi wzrokowej. Szkoda, że prace badawcze z tego zakresu trwały tylko 2 lata i ograniczyły się do porównania/zastosowania istniejących wówczas modeli modelowania uwagi w skądinąd ciekawych zadaniach analizy obrazu.

Prace [P9, P10] związane z metodami wizyjnymi, stosowanymi do interakcji użytkownika z otoczeniem, w szczególności zastosowaniu deskryptorów cech lokalnych do wyszukiwania elementów (np. kokpitu śmigłowca) na obrazie [P9], czy podpixselowego wykrywania i rozpoznawania kodów QR na obrazie [P10] są wartościowe, choć moim zdaniem, w odniesieniu do tytułu cyklu publikacji, nieco gorzej wpisują się w tematykę modelowania percepcji człowieka.

Drugim podjętym wątkiem badań, w ramach powiązanego tematycznego cyklu publikacji, jest akwizycja, przetwarzanie i analiza sygnałów ruchu człowieka. Podstawowym osiągnięciem w tym obszarze jest nowy sposób reprezentacji danych ruchu – siatka funkcjonalna (ang. *functional body mesh*) [P11,P16]. Reprezentacja stworzona była początkowo z danych ruchu dzięki zastosowaniu mieszanych modeli Gaussa i stanowi pomost pomiędzy reprezentacją szkieletową, która jest podstawą syntezy ruchu postaci cyfrowych, a reprezentacją markerową stosowaną podczas akwizycji w optycznych systemach śledzenia ruchu, które są umieszczane na ciele aktora, lecz nie mapują się bezpośrednio na stawy szkieletu tylko logicznie łączą się ze szkieletem, na który mapowane są ruchy rejestrowanego aktora. Opracowany model pozwala lepiej opisywać nie tylko pozy, hierarchię markerów, ale także deformacje miękkich struktur. Jak udowadnia Habilitant, przedmiotowa reprezentacja pozwala również na efektywną rekonstrukcję błędów i artefaktów ruchu. Kolejne podejścia do tworzenia siatki funkcjonalnej stosowały szerszy, niż pierwotnie, zbiór cech ruchu i inne warianty GMM, algorytm DBScan, czy sieci neuronowe [P15], co, jak wykazał Habilitant, może być korzystniejsze przy modelowaniu ruchu osób z dysfunkcjami ruchowymi lub w scenariuszach niedokładnej akwizycji ruchu. Praca [P14] poświęcona została alternatywnej koncepcji reprezentacji danych ruchu (dwuliniowy czasowo-przestrzenny model).

Modelowanie ruchu postaci, rejestrowane z użyciem systemów optycznych, nawet tak precyzyjnych jak rozwiązanie firmy Vicon, nie jest pozbawione błędów i artefaktów, których wykrywaniu i niwelowaniu Habilitant poświęcił część prac badawczych. Badania dotyczyły niepewności pomiarowej w systemach przechwytywania ruchu [P20], a wykorzystywały widmową gęstość mocy oraz analizę wariancji Allana. Analiza pozwoliła na zidentyfikowanie stochastycznych składowych szumu. Habilitant podjął też badania nad niwelowaniem artefaktów ruchu, które najczęściej pojawiają się przy okazji znikania markerów z pola widzenia, np. w wyniku okluzji. Praca [P21] identyfikuje pięć rodzajów artefaktów: luka, przejściowe piki, skokowa zmiana, odcinek silnego szumu, powolna zmiana. Opracowano metody ich wykrywania stosując techniki analizy sygnału (pochodną, progowanie adaptacyjne, morfologię matematyczną) lub predyktory neuronlane oraz niwelowania (rekonstrukcji sygnału) z użyciem interpolacji splajnów, filtrów czy sieci neuronowych. Popularność rekurencyjnych sieci neuronowych w zadaniach regresji skierowała uwagę Habilitanta na rekonstrukcję trajektorii markerów przy użyciu architektur GRU, LSTM, BiLSTM. Praca [P22] dostarcza ciekawych wniosków praktycznych określając scenariusze, w których klasyczne metody rekonstrukcji sygnału okazują się lepsze (krótkie okna czasowe) oraz scenariusze, w których modele sieci neuronowych wykazują swoją przewagę (dłuższe okna czasowe). Praca [P23] weryfikowała przydatność, w analogicznych scenariuszach rekonstrukcji luk, wykorzystania drzewiastych modeli regresyjnych, spośród których

tylko w wybranych scenariuszach drzewo modeli liniowych (M5P) wykazało przewagę nad modelem sieci neuronowej. Prace z tego zakresu są bardzo cenne praktycznie, gdyż pozwalają automatyzować i usprawniać pracę towarzyszącą rejestracji ruchu profesjonalnymi systemami śledzenia.

Próba rekonstrukcji luk w nagraniach została podjęta również dla innej technologii przechwytywania ruchu [P18, P19], a mianowicie technologii inercyjnej. Habilitant poszukiwał charakterystyki szumów z użyciem wariancji Allana, aby dobrać odpowiedni wariant filtru Kalmana w zadaniu szacowania orientacji elementów szkieletu rejestrowanej postaci. Weryfikacja wymagała odniesienia się do dokładniejszego systemu optycznego, a przeszkodą na drodze do wiarygodnego porównania była synchronizacja nagrań sygnałów ruchu z różnych źródeł, której Habilitant poświęcił osobne prace [P12, P13] oraz brał udział w przygotowaniu specjalnego zbioru danych [D3]. Podjęto również próbę automatycznego odczytu parametrów szumu [P17], co zaowocowało ciekawym odkryciem komponentów szumów nie raportowanych przez producentów urządzeń inercyjnych.

Nurt badań związanych z akwizycją, przetwarzaniem i analizowaniem sygnału ruchu jest stosunkowo najdłużej uprawiany naukowo i prawdopodobnie z tej racji prace Habilitanta z tego obszaru najbardziej kompleksowo ujmują problematykę towarzyszącą systemom przechwytywania ruchu oraz są relatywnie najmocniej zauważane w środowisku naukowym. Uzyskany efekt jest zapewne również wynikiem synergii działań w ramach prężnych zespołów badawczych Politechniki Śląskiej i PJATK. Powinno to być inspiracją i wskazówką dla Habilitanta, szczególnie na początku drogi samodzielnego pracownika nauki.

Reasumując, w ramach przedłożonego do oceny cyklu publikacji, najważniejsze, moim zdaniem, rezultaty badań obejmują funkcjonalną siatkę modelu aktora, która ma duży potencjał do modelowania ruchu postaci, czyszczenia sygnału ruchu z szumów i artefaktów oraz modele oceny jakości obrazów, które wciąż stanowią wyzwanie, przykładowo w kontekście prób optymalizacji renderingu, kompresji, czy generowania nadrozdzielczych obrazów z użyciem sieci neuronowych. Przedstawione rozwiązania cechują się zarówno odpowiednim warsztatem teoretycznym jak i szerokim wachlarzem zastosowań, co nie pozostawia wątpliwości, że Habilitant wniósł istotny i zauważalny wkład do dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja.

Ocena aktywności naukowej kandydata

Wymagania dla kandydatów do stopnia doktora habilitowanego wymieniają jako istotny element aktywność w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej czy instytucji kultury, w szczególności zagranicznej. Jako główny element dorobku Habilitanta, w tym zakresie, należy uznać zapoczątkowaną w 2008 roku współpracę badawczą z laboratorium Analizy Ruchu Człowieka PJATK, czego zwieńczeniem są prace z zakresu akwizycji, przetwarzania i analizy sygnałów ruchu człowieka oraz współpraca w ramach projektu naukowo-badawczego. W 2017 roku był wykładowcą gościnnym w Tadżykistanie, co wiązało się z uprzednim podjęciem się roli mentora doktoranta z *Technological University of Tajikistan*. W latach 2019-2023 pełnił funkcję kierownika zadania (*workpackage*) i członka komitetu naukowego w międzynarodowym projekcie europejskim o akronimie WrightBroS, w ramach którego przystosowywano technologię rozszerzonej rzeczywistości do eksploatacji symulatorów lotu – nauki pilotażu i obsługi technicznej symulatorów. Tym samym Habilitant spełnia, moim zdaniem, wymagania Ustawy w przedmiotowym zakresie, chociaż nie wskazał jawnie konkretnych prac z cyklu, które powstały ściśle w ramach współpracy.

Dr inż. Przemysław Skurowski wykazał, że pełnił funkcję kierowniczą w grantie EU realizowanym w ramach perspektywy Horizon 2020 oraz brał udział w kilku projektach naukowo-badawczych finansowanych ze źródeł zewnętrznych (NCBiR), ale zbiór dowodów, że Habilitant aktywnie poszukuje zewnętrznych źródeł finansowania, prowadzonych przez siebie badań, należy

uznać za dość skromny. To bardzo istotny obszar kompetencji, który powinien charakteryzować samodzielnych pracowników nauki, a nad którym Habilitant powinien jeszcze popracować.

Habilitant angażuje się symbolicznie jako recenzent dla redakcji czasopism z listy JCR - liczba recenzji jest dość niewielka. Według mnie jest to ściśle związane z wąsko ujętą aktywnością publikacyjną, którą Habilitant ograniczył właściwie do jednego czasopisma generycznego *Sensors* oraz czasopism rodzimych – wyjątkiem jest jedna publikacja w *Biomedical Signal Processing and Control*. W zakresie popularyzacji osiągnięć naukowych trzeba podejmować próby zgłaszania prac do renomowanych specjalistycznych czasopism z obszaru grafiki i wizji komputerowej, a wtedy automatycznie pojawi się większa liczba recenzji dla tych czasopism i otworzy się perspektywa na szerszą popularyzację osiągnięć naukowych w środowisku uprawiającym przedmiotową dziedzinę badań. Habilitant bierze udział w konferencjach naukowych, chociaż oprócz uznanych konferencji krajowych o zasięgu międzynarodowym, takich jak ICCVG, czy ITIB pozostałe konferencje nie są wiodącymi konferencjami dziedzinowymi. Warto zabiegać o aktywny udział w uznanych na świecie konferencjach dziedzinowych.

Całkowity dorobek naukowy dra inż. Przemysława Skurowskiego, po uzyskaniu stopnia doktora, obejmuje 15 prac w czasopismach oraz 22 publikacje konferencyjne, w tym 10 prac ze współczynnikiem wpływu. Baza *Web of Science* podaje na dzień sporządzania wniosku 26 prac, których Habilitant jest autorem lub współautorem, liczba cytowań wynosi 83 (69 bez autocytowań), zaś $IH=5$. Według autoreferatu to 25 prac ze współczynnikiem $IH=5$, liczba cytowań 75, w tym 61 bez autocytowań. Baza *Scopus* natomiast podaje na dzień sporządzania recenzji 28 prac z udziałem Habilitanta, o łącznym współczynniku Hirsha 6 przy 123 cytowaniach (według autoreferatu $IH=6$, liczba cytowań 107, w tym 87 bez autocytowań). Łączny współczynnik *Impact Factor* dla publikacji, które ukazały się po uzyskaniu stopnia doktora, wynosi 32.819, w tym 29.619 w ramach prac zgłoszonych w ramach powiązanego tematycznie cyklu publikacji, zaś łączne punkty MNiSW wynoszą 1259. Wymienione wskaźniki bibliometryczne należy uznać za wystarczające.

Habilitant angażuje się w prowadzenie zajęć dydaktycznych, które objawia się zarówno przygotowaniem jak i prowadzeniem kursów oraz zajęć dla studentów. Był promotorem 30 prac dyplomowych oraz pełni funkcję promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim Pani mgr inż. Magdaleny Pawlyta. Opiekę nad młodą kadrą też należy uznać zatem za satysfakcjonującą.

Dr inż. Przemysław Skurowski zadeklarował funkcję redaktora technicznego w czasopiśmie *Studia Informatica*, co przełożyło się na wdrożenie systemu OJS w czasopiśmie i zapewne przyczyniło się do umieszczenia czasopisma na liście MNiSW. Przejawia też inicjatywy popularyzatorskie, biorąc udział w Dniach Nowych Mediów, czy Nocy Naukowców Politechniki Śląskiej.

Podsumowanie

Oceniając całokształt prezentowanych osiągnięć i aktywności należy podkreślić, że Pan dr inż. Przemysław Skurowski jest aktywnym i kreatywnym pracownikiem naukowym. Po uzyskaniu stopnia doktora, w 2007 roku, może poszczycić się zauważalnymi osiągnięciami naukowymi z obszaru przetwarzania oraz analizy obrazów i sygnałów, skoncentrowanych na ludzkim odbiorcy. Opublikowane prace, zawarte w powiązanym tematycznie cyklu publikacji, zawierały wartościowe i oryginalne rozwiązania problemów naukowych.

Publikacje, stanowiące powiązany tematycznie cykl, należy ocenić jako oryginalne i ciekawe koncepcyjnie. Prezentują rozwiązania świadczące o dojrzałości i samodzielności Habilitanta. Dr inż. Przemysław Skurowski jest pierwszym autorem większości publikacji z cyklu, ale umie również współpracować w zespole. Chociaż wskaźniki bibliometryczne należy uznać za wystarczające to byłyby

zapewne wyższe gdyby Habilitant trafniej dobierał czasopisma i konferencje naukowe do uprawianego obszaru badań. Dla Kandydata do stopnia doktora habilitowanego, w dziedzinie nauk technicznych, przedstawione we wniosku osiągnięcia naukowe należy uznać za spełniające ustawowe wymagania.

Wniosek o nadanie Panu doktorowi inżynierowi Przemysławowi Skurowskiemu stopnia Doktora Habilitowanego w Dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja spełnia moim zdaniem wymagania określone w przepisach, w szczególności Ustawy z dnia 3 lipca 2018 roku – Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce - oraz art. 2019 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce – i należy uznać go za uzasadniony. Wniosek końcowy i konkluzja przeprowadzonej oceny jest jednoznacznie pozytywna.