

Łódź, 17 lipca 2023 r.

prof. dr hab. inż. Paweł Strumiłło
Instytut Elektroniki
Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki
Politechnika Łódzka

RECENZJA
dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego
dra inż. Adriana Dziembowskiego

Przedmiotem recenzji jest dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny dr inż. Adriana Dziembowskiego w związku z uchwałą Rady Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Poznańskiej z 25 kwietnia br. w sprawie powołania komisji w postępowaniu habilitacyjnym w dziedzinie *nauk inżynieryjno-technicznych* w dyscyplinie *informatyka techniczna i telekomunikacja*.

Podstawą do opracowania recenzji jest dokumentacja przedłożona przez Kandydata, na którą składają się: wniosek o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego, kopia dyplomu uzyskania stopnia doktora, autoreferat przedłożony w języku polskim i angielskim z opisem osiągnięcia naukowego oraz opisem osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych, wykaz i kopie publikacji naukowych wraz z poświadczeniami współautorów oraz kopie innych dokumentów potwierdzających osiągnięcia Kandydata.

1. Sylwetka naukowa Habilitanta

Arian Dziembowski ukończył studia inżynierskie w roku 2013 oraz magisterskie w Politechnice Poznańskiej w roku 2014 z wyróżnieniem po obronione pracy dyplomowej pt. *Zastosowanie przestrzeni promieni w systemie telewizji swobodnego punktu widzenia*. Kandydat uzyskał stopień naukowy doktora w dyscyplinie telekomunikacja po obronie rozprawy pt. *Synteza widoków wirtualnych w rzadkich systemach wielokamerowych dla zastosowań w swobodnej nawigacji*. Rozprawę obronił w roku 2018 z wyróżnieniem w Politechnice Poznańskiej.

Od roku 2017 do chwili obecnej Kandydat pracuje nieprzerwanie w Politechnice Poznańskiej w Katedrze Telekomunikacji Multimedialnej i Mikroelektroniki oraz w Instytucie Telekomunikacji Multimedialnej, najpierw na stanowisku asystenta, a od roku 2019 na stanowisku adiunkta.

2. Ocena osiągnięcia naukowego w postaci cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych

Na osiągnięcie naukowe pt. *Dostarczanie dobrej jakości wizji wszechogarniającej* stanowiące powiązany tematycznie cykl 10 prac składa się 7 artykułów opublikowanych w czasopiśmie naukowych i 3 referaty wygłoszone na międzynarodowych konferencjach naukowych.

Osiągnięcie naukowe Kandydata dotyczy opracowania technik i algorytmów dla tzw. wizji wszechogarniającej (ang. *immerisive video*) umożliwiającej budowanie dla widza poruszającego się w scenie widoków wirtualnych sceny na podstawie obrazów zarejestrowanych przez system wielokamerowy, tj. układ nieruchomych kamer rozmieszczonych w zadanych punktach sceny. Odpowiednio skalibrowany system kamer umożliwia wyznaczanie obrazów głębi sceny dlatego definiuje się taką reprezentację jako tzw. wizję wielowidokową MVD (*multiview video + depth*). Z uwagi na wymóg realizacji obliczeń i transmisji obrazów w czasie rzeczywistym dodatkowym zagadnieniem badawczym jest poddanie rejestrowanych sekwencji obrazów odpowiedniej kompresji z uwagi na ograniczoną przepustowość łączy teleinformatycznych.

Dla rozwiązania wyżej zdefiniowanym zagadnień badawczych Kandydat zdefiniował i podjął się realizacji trzech celów badawczych:

1. Zapewnienie dużej jakości wirtualnej nawigacji w scenie, tj. zapewniającej płynność i dobrą jakość generowanych sekwencji obrazów dla zmieniających się widoków wirtualnych
2. Kompresja sekwencji obrazów w wizji wszechogarniającej
3. Zaproponowanie miar jakości uzyskiwanych widoków

Ad. 1. Kandydat zaproponował oryginalną metodę priorytetyzacji widoków wejściowych, dzięki której tworzony widok wirtualny cechuje się dużo mniejszą liczbą odsłoneń (obszarów, które były przysłonięte w widoku rzeczywistym) niż w przypadku typowej syntezy dwuwidokowej. Metoda ta jest szczególnie skuteczna w przypadku nawigacji w skomplikowanych scenach cechujących się dużą liczbą wzajemnie przysłaniających się obiektów. Jednym ze szczegółowych problemów badawczych rozwiązanych przez Kandydata jest skuteczny i efektywny obliczeniowo wybór widoków priorytetowych, który odbywa się w systemie automatycznie na podstawie analizy parametrów zewnętrznych systemu wielokamerowego. Opracowany algorytm syntezy widoków wirtualnych został poddany weryfikacji wg metody referencyjnej grupy ISO/IEC MPEG – RVS (*Reference View Synthesizer*). Dla zaproponowanej metody uzyskano (wg zaproponowanej miary Weighted Spherical PSNR (WS-PSNR)) lepszej jakości widoki wirtualne, w szczególności dla widoków dookólnych, w stosunku do metody referencyjnej. Drugim wątkiem badawczym koncentrującym się na uzyskaniu dobrej jakości syntezowanych widoków były prace na zastosowaniu filtracji wstępnej obrazów, map głębi oraz powiększania rozdzielczości (techniki interpolacyjne) obrazów wejściowych. Dzięki tym technikom poprawiono międzywidokową spójność barwną widoków. Opisane prace Kandydat uzupełnił o szybki algorytm syntezy widoków wirtualnych optymalizowany dla obliczeń na platformie procesora graficznego. Na podkreślenie zasługuje fakt, że wybrane techniki obliczeniowe opracowane

przez Kandydata zostały włączone do oprogramowania referencyjnego normy MPEG immersive video oraz dla grupy ISO/IEC MPEG VC. Omawiane wyżej prace zostały udokumentowane w publikacjach [I-3, I-5, I-7, I-8, I-9, I-10] wymienionych w cyklu powiązanych publikacji.

Ad. 2. Dla praktycznej realizacji systemu wizji wszechogarniającej Kandydat zastosował zaawansowane techniki kompresji obrazów wykorzystujących nadmiarowość międzywidokową. Techniki takie są przedmiotem najnowszej normy kodowania wizji wszechogarniającej – ISO/IEC 23090-12: MPEG immersive video (MIV), w opracowanie której Kandydat miał istotny wkład merytoryczny. Wkład ten polegał na opracowaniu technik zwiększających efektywność kompresji, które wykorzystano w oprogramowaniu referencyjnym grupy ISO/IEC MPEG VC, a mianowicie na:

- zmianie składowej stałej luminancji i składowych chrominancji tzw. łątek oraz adaptacyjnym skalowaniu zakresu dynamicznego głębi zależne od jej jakości,
- opracowaniu metody korekcji barwnej, rekurencyjnego podziału segmentów, dostosowaniu łątek do blokowej struktury kodera wizyjnego oraz algorytmu wyboru tzw. widoków bazowych,
- opracowaniu algorytmu uzupełniania odsłoneń oraz filtracji krawędzi łątek po stronie dekodera,
- udziale w pracach nad algorytmem usuwania nadmiarowości międzywidokowej wykorzystującym informację o teksturze obrazu.

Omawiane wyżej wyniki zostały udokumentowane w publikacjach [I-2 i I-3] wymienionych w cyklu powiązanych publikacji.

Ad.3. Kandydat opracował nową metrykę, dostosowaną do charakterystyki wizji wszechogarniającej i zapewniającą wysoką zgodność z subiektywną jakością postrzeganą przez widzów, a jednocześnie nie wymagająca dużego nakładu obliczeniowego. Metrykę tę określił mianem IV-PSNR (Immersive Video – Peak Signal-to-Noise Ratio). Zbadał skuteczność tej miary dla rzeczywistych sekwencji obrazowych oraz porównał z 31 innymi opisanymi w literaturze tematami miarami jakości. Miary te porównał też z oceną subiektywną przez uczestników testów poprzez wyznaczenie korelacji rangowych Spearmana i Kendalla. Wykazał, że dla zaproponowanej nowej metryki IV-PSNR uzyskano jej największą zgodność z jakością postrzeganą przez widzów spośród wszystkich badanych miar. Wyniki tych prac Kandydat udokumentował w pracach [I-1] i [I-4].

Prace podsumowujące opisane wyżej osiągnięcia, które przedłożono w cyklu powiązanych publikacji i składających się na osiągnięcie naukowe Kandydata zostały opublikowane w latach 2018–2022. Łączny współczynnik wpływu przedstawionego cyklu prac wynosi 30,4. W pracach tych Kandydat ma zasadniczy wkład merytoryczny. Jest to wartościowy dobry dorobek badawczy, który udokumentował w renomowanych czasopismach naukowych zakwalifikowanych do dyscypliny *Informatyka techniczna i telekomunikacja*. Stwierdzam, że Kandydat wniósł do tej dyscypliny oryginalny wkład badawczy. Zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, dorobek Kandydata obejmuje współautorstwo cyklu publikacji indeksowanych w bazie Journal Citation Reports (JCR).

3. Ocena pozostałych osiągnięć i działalności Habilitanta

3.1. Inna istotna aktywność naukowa albo artystyczna realizowana w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

Dorobek naukowy Habilitanta (po uzyskaniu stopnia naukowego doktora w roku 2018) nie ujęty w przedłożonym cyklu powiązanych tematycznie prac składa się z następujących współautorskich publikacji i referatów:

- 5 artykułów w czasopismach o zasięgu międzynarodowym,
- 9 referatów w materiałach konferencji międzynarodowych,
- 3 artykuły w czasopismach polskich.

Ww. prace koncentrują się na tematyce systemów telewizji swobodnego punktu widzenia oraz technikach kompresji sygnałów wizyjnych w tych systemach.

Cały dorobek badawczy Kandydata (łącznie z pracami przed uzyskaniem stopnia doktora) ma sumaryczny wskaźnik IF=43,7 i 2200 punkty MEiN (na dzień 5 stycznia 2022 r.). Jego prace są cytowane 131 razy (bez autocytowań wg Scopus), a indeks Hirsha wynosi 5. Habilitant uczestniczył jako wykonawca w dwóch grantach NCBiR i jednym grantie NCN.

Na podkreślenie zasługuje wyróżniająca aktywność Habilitanta w pracach międzynarodowych grup eksperckich. Jest ekspertem w pięciu grupach roboczych komitetu ISO/IEC JTC1/SC29:

- ISO/IEC JTC1/SC29/WG1 JPEG Coding of digital representation of images,
- ISO/IEC JTC1/SC29/WG2 MPEG Technical Requirements,
- ISO/IEC JTC1/SC29/WG4 MPEG Video Coding,
- ISO/IEC JTC1/SC29/WG5 MPEG Joint Video Coding Team(s) with ITU-T SG 16,
- ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG,

oraz ekspertem grupy doradczej ISO/IEC JTC1/SC29/AG5 MPEG Visual Quality Assessment. Habilitant jest współtwórcą i koordynatorem oprogramowania referencyjnego tej grupy ISO/IEC, na które składają się programy: 1) IV-PSNR do obiektywnej estymacji jakości wizji wszechogarniającej, 2) PCR do poprawy spójności barwnej sekwencji wielowidokowych, 3) PDR do poprawy spójności międzywidokowej map głębi.

Od marca 2019, Habilitant regularnie uczestniczy w spotkaniach grup roboczych ISO/IEC MPEG i współpracuje z ekspertami z zagranicznych ośrodków badawczych (10 ośrodków z Europy, Stanów Zjednoczonych Ameryki, Korei i Chin). Prace te zaowocowały opracowaniem 140 dokumentów normalizacyjnych dotyczących systemów wizyjnych. Habilitant opublikował we współpracy międzynarodowej 5 artykułów w czasopismach naukowych z IF.

Od kilku lat Habilitant prowadzi współpracę naukową z Electronics and Telecommunications Research Institute, Daejeon, Korea Południowa. Wynikiem tej współpracy są 4 publikacje wspólnych artykułów naukowych, kilkadziesiąt dokumentów standaryzacyjnych, 4 wnioski patentowe oraz uzyskane 2 wspólne patenty. W roku 2022 Habilitant odbył w ww. instytucji dwutygodniową wizytę naukową podsumowującą owocną współpracę.

Aktywność naukową Kandydata poza wskazanym cyklem powiązanych prac naukowych należy uznać za bardzo dobrą. Trzeba podkreślić wybitną aktywność Kandydata na polu

współpracy międzynarodowej związanej z pracami w grupach eksperckich opracowujących standardy dla systemów wizyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem systemów wizji swobodnego punktu widzenia.

3.2. Działalność dydaktyczna i popularyzatorska

Pod kierunkiem Habilitanta 10 studentów obroniło prace inżynierskie i magisterskie. Wspólnie z dyplomantami opublikował 4 artykuły naukowe i opracował 9 dokumentów normalizacyjnych ISO/IEC. Od roku 2019 Kandydat prowadzi dwa wykłady z przedmiotów: Rozszerzona i wirtualna rzeczywistość oraz Introduction to programming in Matlab, prowadzi też zajęcia laboratoryjne i ćwiczeniowa na kilkunastu przedmiotach obejmujących tematykę systemów wizyjnych, układów elektronicznych i metod przetwarzania sygnałów.

W zakresie działalności popularyzującej naukę Kandydat wygłosił prezentację na Międzynarodowych Targach Zabezpieczeń Securex w Poznaniu w roku 2016, pt. „Wirtualna nawigacja w rzeczywistych scenach rejestrowanych w pomieszczeniach” oraz wygłosił prezentację i pokaz systemu swobodnej nawigacji na targach IBC – International Broadcast Convention, w Amsterdamie w roku 2015, pt. „Practical free-viewpoint television system”

3.3. Działalność organizacyjna

W roku 2017 Habilitant pracował w Komitecie organizacyjnym konferencji IWSSIP 2017 – International Conference on Systems, Signals and Image Processing, Poznań 2017. W roku 2023 pełnił funkcje redaktora tematycznego specjalnego wydania czasopisma Applied Sciences, pt. „Advances in Audio and Video Processing”.

Od roku 2015 Kandydat jest członkiem Polskiego Komitetu Normalizacyjnego – PKN.

4. Wniosek końcowy

Tematyka dorobku badawczego Kandydata jest ściśle związana z dyscypliną *Informatyka techniczna i telekomunikacja* i koncentruje się na systemach tzw. wizji wszechogarniającej umożliwiającej wirtualne poruszanie się w scenie trójwymiarowej na podstawie obrazów dwuwymiarowych rejestrowanych przez układ kamer.

Kandydat skupił się na rozwiązaniu kluczowych problemów telewizji swobodnego punktu widzenia, do których należą: 1) zapewnienie wirtualnej nawigacji w scenie, 2) kompresja sekwencji obrazów w wizji wszechogarniającej i 3) zaproponowanie miar jakości uzyskiwanych widoków oraz ich zastosowanie do weryfikacji opracowanych technik obliczeniowych. W tematyce tej obejmującej cykl merytorycznie powiązanych prac pt. *Dostarczanie dobrej jakości wizji wszechogarniającej* Kandydat zgromadził znaczący dorobek publikacyjny w czasopismach naukowych z listy JCR, w szczególności po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych.

Kandydat przedłożył również bogaty dorobek nie ujęty w przedłożonym cyklu powiązanych tematycznie prac składający się z 17 publikacji i referatów. W wyniku odbytych naukowych

staży zagranicznych Habilitant opublikował wspólnie z partnerami z zagranicy 5 prac w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym.

Osiągnięciem Kandydata wartym szczególnego podkreślenia jest Jego bardzo aktywne uczestnictwo w pracach międzynarodowych grup eksperckich, tj. w pięciu grupach roboczych komitetu ISO/IEC JTC1/SC29 oraz grupy doradczej ISO/IEC JTC1/SC29/AG5 MPEG. Zaproszenie do elitarnego grona ekspertów świadczy o autorytecie badawczym Kandydata w skali międzynarodowej. W zakresie tej aktywności, oprócz pracy eksperckiej, Kandydat jest współtwórcą i koordynatorem prac nad tzw. oprogramowaniem referencyjnym.

Na podstawie przedłożonych osiągnięć badawczych dr inż. Adriana Dziembowskiego stwierdzam, że wniósł on twórczy, oryginalny wkład do dyscypliny *Informatyka techniczna i telekomunikacja*, w zakresie rozwijania systemów telewizji swobodnego punktu widzenia.

Stwierdzam, że całokształt osiągnięć badawczych dr inż. Adriana Dziembowskiego, po otrzymaniu stopnia doktora, spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego zapisane w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Wniosuję o przyznanie Mu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie *Informatyka techniczna i telekomunikacja*.

