

Kraków, 30.01.2025

Prof. dr hab. inż. Bogusław Cyganek
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
Wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji
Instytut Elektroniki
Ul. Czarnowiejska D5/12
30-059 Kraków

Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym doktora inżyniera Przemysława Skurowskiego

Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym doktora inżyniera Przemysława Skurowskiego, przygotowana na podstawie zlecenia Przewodniczącego Rady Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Śląskiej, Pana profesora doktora habilitowanego inżyniera Andrzeja Polańskiego.

Recenzja została sporządzona na podstawie następujących nadesłanych dokumentów.

- Wniosek przewodni Pana doktora inżyniera Przemysława Skurowskiego o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja.
- Autoreferat.
- Wykaz osiągnięć naukowych.
- Kopia dokumentu nadania stopnia naukowego doktora nauk technicznych w dziedzinie Informatyka.
- Oświadczenia współautorów.
- Kopie artykułów wnioskodawcy.

Jako osiągnięcie naukowe Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski przedstawił cykl powiązanych tematycznie publikacji zatytułowany „*Analiza i przetwarzanie obrazów i sygnałów skoncentrowane na ludzkim odbiorcy*”.

Recenzja została sporządzona na podstawie i zgodnie z ustawą Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. Z 2022 r. poz. 574) z dnia 20 lipca 2018, jak również z uwzględnieniem późniejszych zmian oraz jednolitego tekstu ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 kwietnia 2023, poz. 742.

1. Sylwetka naukowa Pana dra inż. Przemysława Skurowskiego

1.1. Stopień doktora Pana dra inż. Przemysława Skurowskiego

Pan Przemysław Skurowski posiada stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Informatyka. Stopień ten otrzymał w roku 2007 na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Tytuł rozprawy „*Analiza i tłumienie zjawiska moire w skanowanych barwnych obrazach półtonalnych*”. Promotorem był Pan profesor dr hab. inż. Konrad Wojciechowski.

W związku z powyższym stwierdzam spełnienie warunku ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*, punkt 1, art. 219.

1.2. Dorobek oraz sylwetka naukowa Pana dra inż. Przemysława Skurowskiego

Pan dr inż. Przemysław Skurowski jest naukowcem od roku 2007 zatrudnionym na stanowisku adiunkta w Katedrze Grafiki Wizji Komputerowej i Systemów Cyfrowych na Wydziale Automatyki Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej. W latach 2009-2013 zatrudniony był na stanowisku adiunkta w Polsko-Japońskiej Wyższej Szkole Technik Komputerowych, wydział zamiejscowy w Bytomiu.

Pan dr inż. Przemysław Skurowski jest autorem lub współautorem 23 artykułów składających się na cykl powiązanych tematycznie publikacji, pod wspólnym tytułem „*Analiza i przetwarzanie obrazów i sygnałów skoncentrowane na ludzkim odbiorcy*”, jak również jest on współautorem co najmniej 3 istotnych baz danych z obrazami używanymi do testowania metod widzenia komputerowego.

Pan dr inż. Przemysław Skurowski brał udział w 4 projektach badawczych – w 3 jako wykonawca, a w 1 jako kierownik badań. Są to projekty Narodowego Centrum Badań i Rozwoju oraz projekt EU Marii Skłodowskiej-Curie Research and Innovation Staff Exchange.

Zarówno tematyka wyżej wspomnianych projektów naukowych, jak również publikacje wskazują, że główne zainteresowania badawcze Pana dra inż. Przemysława Skurowskiego to widzenie komputerowe, ze szczególnym naciskiem na zastosowania modeli ludzkiego układu wzrokowego w przetwarzaniu obrazów, w takich zagadnieniach jak percepcja, obiektywna i subiektywna ocena jakości obrazów, jak również aspekty psycho-percepcyjne. Drugi z poruszanych obszarów obejmuje rozwój technik akwizycji i przetwarzania sygnałów służących do analizy ruchu człowieka (ang. *motion capture*).

2. Ocena dorobku naukowego Pana dra inż. Przemysława Skurowskiego

W informacji o osiągnięciach naukowych Habilitant wskazał cykl powiązanych tematycznie oryginalnych artykułów naukowych pt. „*Analiza i przetwarzanie obrazów i sygnałów skoncentrowane na ludzkim odbiorcy*”.

2.1. *Analiza struktury osiągnięcia naukowego*

Na cykl publikacji pt. „*Analiza i przetwarzanie obrazów i sygnałów skoncentrowane na ludzkim odbiorcy*”, który Pan dr inż. Przemysław Skurowski przedłożył jako istotne osiągnięcie naukowe w przewodzie habilitacyjnym, składają się prace z dwóch obszarów badawczych:

1. Modele ludzkiego odbiorcy w przetwarzaniu obrazów – tematyka ta dotyczy m.in. problemów percepcji wzrokowej oraz aspektów psychicznych związanych z percepcją wzrokową. Osiągnięcie to zostało udokumentowane 10 publikacjami naukowymi, opracowanymi w latach 2007-2022, w których Pan dr inż. Przemysław Skurowski jest jednym ze współautorów.
 - 2 jedno-autorskie publikacje w czasopismach bez IF;
 - 5 wielo-autorskich publikacji konferencyjnych; konferencje te są znane, jednakże nie należą do najbardziej prestiżowych w środowisku związanym z przetwarzaniem obrazów;
 - 3 publikacje wielo-autorskie w czasopiśmie MDPI Sensors (IF: 3,275, 3,847, 3,9); w jednej z nich Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski jest pierwszym autorem.

Dodatkowo Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski przedstawia przygotowane wspólnie ze współpracownikami 3 zbiory danych używane do wykonania eksperymentów związanych z tym osiągnięciem. We współczesnej nauce tego typu zbiory danych są bardzo cennym zasobem, którego przygotowanie wiąże się z dużym nakładem pracy.

2. Rozwój technik akwizycji, analizy oraz przetwarzania sygnałów ruchu człowieka – tematyka ta dotyczy opracowania metod i algorytmów umożliwiających analizę ruchu człowieka, w tym opracowania modeli kinetycznych. Osiągnięcie to zostało udokumentowane 13 publikacjami, powstałymi w latach 2014-2024, w których Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski jest jednym ze współautorów. Cykl ten składa się z następujących publikacji:
 - 7 wielo-autorskich publikacji konferencyjnych, w 4 z nich Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski jest pierwszym z autorów; konferencje te są znane, jednakże nie należą do najbardziej prestiżowych w środowisku związanym z przetwarzaniem obrazów;

- 1 publikacja w czasopiśmie bez IF;
- 5 współ-autorskich publikacji w czasopismach z IF – 4 w MDPI Sensors, 1 w Biomedical Signal Processing and Control (IF=5.1).

W obydwu cyklach publikacji dominują wielo-autorskie publikacje konferencyjne. W przypadku pozostałych publikacji w czasopismach z IF jedynym czasopismem jest MDPI Sensors – aż 7 publikacji wielo-autorskich. Jedyna inna publikacja z IF to wydana w 2024 roku publikacja z czasopiśmie Biomedical Signal Processing and Control wydawnictwa Elsevier. W tym przypadku Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski jest również głównym autorem korespondencyjnym.

2.2. Charakterystyka osiągnięcia naukowego – cyklu artykułów naukowych

Żyjemy w czasach rewolucji technicznej związanej z przetwarzaniem danych cyfrowych, a szczególnie danych wizyjnych. W zasadzie jest to ciąg kolejnych i ciągle trwających zmian technologicznych, związanych z przejściem z danych analogowych na cyfrowe, wykładniczo rosnącej mocy obliczeniowej komputerów, co z kolei przyczyniło się do znaczącego zwiększenia rozdzielczości oraz wolumenów przetwarzanych danych. Nie mniej istotna jest rewolucja technologiczna związana z powstaniem tzw. sztucznej inteligencji, która znacząco zmieniła zarówno metody jak i możliwości wnioskowania w wielkich strumieniach danych, głównie wizyjnych, ale ogólniej – w multimedialnych. Jednakże, w przypadku najnowszych technologii multimedialnych to co jest często pomijane, lub niedocenione, to końcowy odbiorca, czyli człowiek-użytkownik, dla którego wszystkie te technologie, przynajmniej w założeniach, są tworzone. Prace badawcze Pana doktora inżyniera Przemysława Skurowskiego, jak również Jego zespołu naukowego, wpisują się w nurt rozwoju najnowszych technologii, ale również wypełniają wspomnianą lukę związaną z uwzględnieniem końcowego odbiorcy tych technologii.

Pierwszy obszar badawczy Pana dra inż. Przemysława Skurowskiego jest bardzo istotny z punktu widzenia końcowego odbiorcy, gdyż znakomita większość, jak nie wszystkie opracowywane metody mają w służyć, czy też znaleźć zastosowania w rzeczywistych aplikacjach, takich jak dla przykładu platformy streamingowe filmów, smartfony, Internet itd. Chodzi tutaj np. o ocenę jakości filtracji obrazów, czy też renderingu obrazów, spójności kolorów itd. ale z punktu widzenia odbiorcy. Często zdarza się, że niektóre miary oceny jakości działania niektórych algorytmów tylko pozornie zgadzają się z ich odbiorem subiektywnych obserwatora. Najlepszym przykładem jest tu miara PSNR (ang. *peak signal-to-noise ratio*), powszechnie używany np. do oceny jakości kompresji obrazów cyfrowych, czy też filtracji obrazów, szczególnie w pierwszych fazach ich opracowywania. W wielu przypadkach zdarza się, że miara ta jest stosunkowo wysoka, podczas gdy subiektywna ocena użytkowników tego nie potwierdza. Zdarzają się też sytuacje odwrotne. Stąd też potrzeba zarówno opracowywania nowych miar oceny jakości algorytmów widzenia komputerowego oraz przetwarzania obrazów – tutaj bardzo

dobrym przykładem jest miara SSIM, która w wielu ocenach zastępuje wspomnianą już miarę PSNR – jak również przeprowadzenia badań z wykorzystaniem grup odbiorców oceniających działanie metod i algorytmów właśnie pod kątem odbiorcy. Ocena tego typu jest oczywiście subiektywna z punktu widzenia każdego oceniającego uczestnika takich badań, ale wyniki mogą być miarodajne, jeśli eksperymenty są przeprowadzone prawidłowo i w ściśle określonym protokole badawczym. Tym niemniej badanie te są bardzo trudne, kosztowne, a opracowanie wyników jest niezwykle żmudne. Niewątpliwie też badania takie są bardzo cenne i przydatne. Praca badawcza Pana doktora inżyniera Przemysława Skurowskiego wpisują się w ten nurt, zarówno pod kątem opracowywania nowych metod i algorytmów ukierunkowanych na percepcję i psychologię końcowego odbiorcy, jak również w zorganizowanie i wykonanie wyżej opisanych eksperymentów z udziałem ludzkich odbiorców. Główne osiągnięcia badawcze Habilitanta w tym obszarze nauki można podsumować jako:

1. Opracowanie nowych obiektywnych metod pomiaru jakości obrazów IQA (ang. *image quality assessment*) – osiągnięcia te przedstawiono w pracach P2, P4, P5 oraz P1 cyklu publikacji.
2. Analiza psychopercepcji w przetwarzaniu obrazów z wykorzystaniem tzw. map istotności obszarów obrazów (ang. *saliency maps*) – są to prace P6-P8 oraz P3 w przedłożonym cyklu publikacyjnym.
3. Zbadanie użyteczności metod wizyjnych w interakcji użytkownika z otoczeniem, m.in. pod kątem zastosowania w systemach tzw. rzeczywistości rozszerzonej AR (ang. *augmented reality*) – są to prace P9 oraz P10.

Kolejnym obszarem badawczym Pana doktora inżyniera Przemysława Skurowskiego, i drugim z przedstawionych do oceny, są zagadnienia dotyczące analizy ruchu związane głównie z akwizycją ruchu za pomocą metod optycznych, jak również z wykorzystaniem sensorów inercyjnych IMU. Są to następujące kierunki naukowe:

1. Analiza oraz metody rozwiązywania problemu reprezentacji danych optycznych w systemach MoCap (ang. *motion capture*) – zagadnienia te zostały zaprezentowane w pracach P11 oraz P14-P16.
2. Analiza oraz metody radzenia sobie ze zniekształceniami w sygnałach optycznej akwizycji ruchu – prace P20, P21 oraz P22 i P23.
3. Badanie oraz rozwój technologii akwizycji ruchu z wykorzystaniem sensorów inercyjnych – prace P12, P13 oraz P17-P19.

Szczegółowa analiza powyższych kierunków badawczych dokonana jest w kolejnym rozdziale.

2.3. Ocena osiągnięcia naukowego w przewodzie habilitacyjnym

Główne osiągnięcia badawcze Pana doktora inżyniera Przemysława Skurowskiego w obszarze opracowywania nowych metod i algorytmów ukierunkowanych na percepcję i psychologię końcowego odbiorcy, jak również dotyczące przeprowadzenia licznych prac eksperymentów z udziałem ludzkich odbiorców, można przyporządkować do następujących trzech obszarów badawczych.

1. Opracowanie nowych obiektywnych metod pomiaru jakości obrazów IQA (ang. *image quality assessment*) – osiągnięcia te przedstawiono w pracach P2, P4, P5 oraz P1 cyklu publikacji.

Do istotnych osiągnięć w tym obszarze należy zaliczyć zbadanie subiektywnej jakości percepcji obrazów po zastosowaniu kompresji jednej z wersji standardu JPEG2000 w porównaniu do starszego JPEG (P1). Kolejne osiągnięcie to gruntowne zbadanie korelacji widm fazowych pomiędzy obrazami oryginalnym oraz jego zniekształconą wersją – np. poprzez dodanie szumu, zastosowanie kompresji, zmianę parametrów obrazu itd. Jest to ciekawy i stosunkowo nieznanym kierunek badań opierający się na założeniu że struktura obrazu w znaczącym stopniu zależy właśnie od zależności fazowych, a nie tylko częstotliwościowych w dziedzinie fourierowskiej (P2). Badania te były kontynuowane, czego rezultatem są kolejne nowatorskie miary jakości obrazów (P4). Badania te, prowadzone przez Habilitanta w relatywnie dłuższym okresie ponad 5 lat, umożliwiły zbadanie korelacji pomiędzy zaproponowanymi miarami a rzeczywistymi ocenami dokonywanymi przez ludzkich obserwatorów. W niektórych przypadkach zaobserwowano wręcz liniową zależność tej korelacji, co jest bardzo cennym wynikiem. W kolejnym kroku badawczym Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski wraz z zespołem zaproponowali metody doboru wag do wcześniejszych multiplikatywnych miar jakości obrazów (P5). Niewątpliwie kolejnym ciekawym kierunkiem były prace związane z przestrzenią barw i jej subiektywnym odbiorem – chodzi tu m.in. o poszukiwanie wzorców harmonijnych połączeń barw w odniesieniu do subiektywnej percepcji ludzkiego obserwatora obrazów kolorowych (P3). W celu poszukiwania podobnych wzorców Pan dr inż. Przemysław Skurowski wraz z zespołem zaproponowali tu hierarchiczne oraz zbiorcze metody grupowania dla zidentyfikowania segmentów w paletach barw. Można by tu użyć również, czy też przedyskutować również inne tzw. zorientowane na percepcję przestrzenie barw.

2. Analiza psychopercepcji w przetwarzaniu obrazów z wykorzystaniem tzw. map istotności obszarów obrazów (ang. *saliency maps*) – są to prace P6-P8 oraz P3 w przedłożonym cyklu publikacyjnym.

Wyznaczanie tzw. map istotności obszarów w obrazach cyfrowych to bardzo ważny i intensywnie badany kierunek. Głównym celem tych badań jest opracowanie algorytmów, które w efektywny sposób dokonują segmentacji obrazów tak aby wyłonić takie ich fragmenty które są najbardziej istotne z punktu widzenia i percepcji najważniejszych cech przez ludzki

układ wzrokowy. Niewątpliwie jest to związane z antropogenicznym procesem szybkiej oceny sytuacji w celu uniknięcia np. niebezpieczeństwa i przeżycia w otaczającym świecie. Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski wraz z zespołem wykazali znaczący aktywność również w badaniu tego typu psychopercepcji. Między innymi opracowali bazę obrazów na podstawie danych Google Streetview wraz z opisami, a następnie z jej pomocą przeprowadzili badania prowadzące do wyliczenia numerycznych map istotności oraz ich analizy pod kątem złożoności scen (P6). Oczywiście można by się tu pokusić o użycie znacznie bardziej zaawansowanych metod tzw. przepływu optycznego, tym niemniej zaprezentowane badania Habilitanta w pracy z roku 2017 są tu również bardzo cenne. Szkoda jednak, że zostały one zaprezentowane jedynie w materiałach konferencyjnych.

W kolejnej pracy z roku 2018 badania były skoncentrowane na obrazach nietypowych z zakamuflowanymi zwierzętami (P7). Między innymi dzięki opracowaniu oryginalnej bazy obrazów oraz zastosowaniu w tym czasie nowatorskich metod bazujących na uczeniu głębokim otrzymano tu bardzo ciekawe wyniki. Autorzy zakończyli swoje badania cenną publikacją, ale znowu opublikowaną jedynie w materiałach co prawda znanej organizacji IEEE, ale jednak na średnio znanej konferencji naukowej. Co więcej temat ten zasługiwał na kontynuację – dla przykładu ciekawe byłoby kontynuowanie i wykonanie porównań takich zjawisk jak saliency vs. semantic features vs. eye fixation problem itd. Niemniej ciekawe byłoby zbadanie zależności user attention vs. visual transformer attention.

W końcu, Pan dr inż. Przemysław Skurowski wraz z zespołem przeprowadzili również badania z zastosowaniem map istotności do kalibracji nagrań w eksperymentach okulograficznych. Wyniki tych badań zostały opublikowane na łamach czasopisma Sensors (P8).

3. Zbadanie użyteczności metod wizyjnych w interakcji użytkownika z otoczeniem, m.in. pod kątem zastosowania w systemach tzw. rzeczywistości rozszerzonej AR (ang. *augmented reality*) – są to prace P9 oraz P10.

Zbadanie metod i algorytmów wizyjnych w interakcji użytkownika z otoczeniem to również bardzo ciekawy naukowo, ale i praktyczny kierunek badań. Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski wykazuje tu liczne osiągnięcia – dzięki stworzeniu nowej bazy danych, między innymi mógł pokazać zależność znanych metod detekcji tzw. rzadkich cech obrazowych np. SIFT do rozpoznawania obiektów przy użyciu gogli rozszerzonej rzeczywistości (P9). Szkoda jednak, że poprzestano tu na badaniu nieco już klasycznych cech obrazowych a pominięto zbadanie np. cech semantycznych pochodzących z połączenia sygnałów z różnych warstw głębokich splotowych sieci neuronowych.

Ciekawym kierunkiem w tym obszarze badawczym jest również zbadanie zdolności do detekcji i zdekodowania popularnych kodów QR w sytuacjach granicznych w sensie teorii informacji tj. granicy próbkowania Nyquista (P10).

Kolejnym obszarem badawczym Pana doktora inżyniera Przemysława Skurowskiego, i drugim z przedstawionych do oceny, są zagadnienia dotyczące analizy ruchu, związane głównie z akwizycją tegoż ruchu za pomocą metod optycznych, jak również z wykorzystaniem sensorów inercyjnych IMU. Chodzi tutaj o bardzo istotne badania prowadzące do opracowania nowatorskich metod i algorytmów umożliwiających zapis ruchu człowieka, czy też grupy osób, a następnie dzięki zgromadzonym danym zbudowanie wielowymiarowych modeli tego ruchu. Możliwość uchwycenia wszystkich parametrów ruchu możliwa jest dzięki wielomodalnym czujnikom, głównie optycznym i/lub inercyjnym. W rezultacie otrzymywane są tensorowe szeregi czasowe zawierające wielowartościowe parametry takie jak kartezjańskie współrzędne charakterystycznych punktów ciała, czy też orientacje i kąty segmentów ciała. Są to bardzo cenne dane, jednakże ani ich akwizycja, ani późniejsze przetwarzanie i analiza nie należą do zadań łatwych czy trywialnych. Są też bardzo kosztowne, również w wymiarze złożoności zarówno pamięciowej, jak i obliczeniowej, co w prosty sposób prowadzi do kosztów finansowych i czasowych tego typu prac. Również na tym polu Pan dr inż. Przemysław Skurowski ma liczne osiągnięcia – wyróżnić tu można 3 istotne wątki naukowe:

1. Analiza oraz metody rozwiązywania problemu reprezentacji danych optycznych w systemach MoCap (ang. *motion capture*) – zagadnienia te zostały zaprezentowane w pracach P11 oraz P14-P16.

Pan dr inż. Przemysław Skurowski wraz z zespołem zaproponowali nowy sposób reprezentacji danych pochodzących z optycznej akwizycji ruchu osób. Zaproponowali oni metodę siatki funkcjonalnej (ang. *functional body mesh*) oraz algorytm jej obliczania na podstawie połączonych modeli gaussowskich (ang. *Gaussian mixture models - GMM*). Badania te są opisane w pracy P11 oraz w jego rozszerzeniu będącym publikacją P16.

W innej pracy (P15) opisano badania prowadzące do opracowania metod klasteryzacji identyfikacji markerów znajdujących się na wspólnych segmentach ciała. Zaproponowano tu zarówno wcześniej analizowane GMM, jak również algorytm DBScan oraz sieci neuronowe typu *feed-forward*.

Kolejna opracowana metoda dotyczy efektywnej reprezentacji danych ruchu osób (P14). Habilitant wraz z zespołem przeanalizowali dwie bazy PCA i DCT, zastosowane dla wymiaru przestrzennego i czasowego w celu znalezienia optymalnego podziału alokacji wyników pomiędzy wspomniane wymiary, które umożliwiają jak najdokładniejsze odtworzenie oryginalnych trajektorii punktów związanych z ruchem osób.

2. Analiza oraz metody radzenia sobie ze zniekształceniami w sygnałach optycznej akwizycji ruchu – prace P20, P21 oraz P22 i P23.

Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski prowadził ciekawe badania mające na celu analizę błędów występujących w optycznych systemach akwizycji danych ruchu osób. Między innymi przeanalizowane zostało zjawisko niepewności pomiarowej w systemach MoCap. Dla systemu

z trzema kamerami Habilitant wraz z zespołem zaproponowali skuteczną metodę pomiaru tego zjawiska korzystając z metody pomiaru niedokładności zegarów atomowych oraz analizy widmowej gęstości mocy (P20).

Kolejny obszar badań obejmuje analizę artefaktów pochodzących z błędów algorytmów przetwarzania i rekonstrukcji sygnału ruchu w przypadku przysłonięć pomiędzy obiektami sceny. Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski wraz z zespołem określili 5 podstawowych typów artefaktów tego typu, a następnie zaproponowali metodę przetwarzania, która pozwala na wykrycie i klasyfikację każdego z nich (P21). Otrzymane wyniki pozwalają na wykrycie z dużą dokładnością zmian zarówno nagłych, jak i powolnych, w sposób dorównujący bardzo doświadczonym ludzkim operatorom systemów MoCap.

Kolejnym osiągnięciem jest opracowanie metod rekonstrukcji trajektorii markerów. W tym celu zaproponowane zostały liczne sieci neuronowe do analizy czasowych trajektorie markerów (P22). Wyniki tej analizy umożliwiały określenie najskuteczniejszych metod interpolacji luk w nagraniach w zależności od parametrów analizowanych trajektorii. Kolejne opracowane przez Habilitanta i zespół metody rekonstrukcji luk w nagraniach MoCap bazują na zespołach drzew decyzyjnych (P23).

3. Badanie oraz rozwój technologii akwizycji ruchu z wykorzystaniem sensorów inercyjnych – prace P12, P13 oraz P17-P19.

Badania w tym zakresie obejmują systemy MoCap wyposażone w sensory inercyjne trójosiowe – żyroskopy, akcelerometry oraz magnetometry. Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski wraz z zespołem analizowali właściwości tego typu systemów m.in. pod kątem pomiaru, jak również dokładności orientacji segmentów ciała oraz akwizycji ruchu wraz z towarzyszącymi szumami oraz niedokładnościami kalibracji tego typu systemów pomiarowych (P18-P19). Habilitant wraz z zespołem przebadali różne warianty filtru Kalmana, który mimo iż jest już klasyczną metodą do fuzji i filtracji tego typu sygnałów, to jednak ciągle wymaga dalszych analiz i badań. Dzięki temu Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski scharakteryzował efektywność działania różnych konfiguracji sprzętowo programowych odpowiedzialnych za pomiar i przetwarzanie parametrów inercyjnych ruchu.

Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski wraz z zespołem zaproponowali oryginalną metodę synchronizacji nagrań sygnałów pochodzących do różnych sensorów pomiarowych (P12-P13). Między innymi korzystając z reprezentacji kwaternionowych rozwiązany został problem różnych układów odniesienia. Opracowany został również algorytm synchronizacji z wykorzystaniem oryginalnie stworzonej przez zespół Pana doktora inżyniera P. Skurowskiego bazy danych do testowania algorytmów wyznaczania orientacji sensorów inercyjnych (P13).

Kolejnym badaniem był problem możliwości zautomatyzowanego odczytu parametrów szumu w sensorach inercyjnych na podstawie tzw. wariancji Allana. Opracowana m.in. przez Habilitanta metoda bazuje na segmentacji odcinkowej a następnie zastosowaniu metody

regresji odcinkowo liniowej, dzięki czemu możliwe jest obliczanie parametrów szumu (P17), również w przypadku wykorzystania specjalnego kostiumu do akwizycji parametrów ruchu z wykorzystaniem sensorów inercyjnych (P18-P19).

Są to istotne i wybitne osiągnięcia Pana doktora inżyniera Przemysława Skurowskiego w dziedzinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja, a w szczególności w zakresie tematyki naukowej związanej z widzeniem komputerowym oraz przetwarzaniem obrazów w aspektach percepcji subiektywnej oraz analizy ruchu człowieka. Trzeba tutaj podkreślić istotną trudność w prowadzeniu tego typu badań, choćby ze względu na konieczność przeprowadzenia żmudnych i kosztowych eksperymentów naukowych, a następnie przetworzenia oraz opracowania otrzymanych wyników. W wyniku prac przygotowane zostały liczne bazy danych, nie tylko przydatne do badań Habilitanta i Jego zespołu naukowego, ale również dostępne dla innych badaczy w tej dziedzinie. Oczywiście ze względu na złożoność analizowanych zjawisk i procesów, każda z tych prac nie wyczerpuje problemu i nie prezentuje ostatecznych rozwiązań. Niewątpliwie jednak opracowane metody i algorytmy, jak również bazy danych, to bardzo istotny wkład w rozwój dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja, tym bardziej przydatnych we współczesnych czasach rewolucji technologicznych i związanych z przetwarzaniem niespotykanych wcześniej wolumenów danych multimedialnych.

Tym niemniej, oceny indywidulanego wkładu Pana doktora inżyniera Przemysława Skurowskiego w przedstawione prace nie ułatwia znacząca liczba współautorów każdej z prac przy jednoczesnym braku podania precyzyjnych udziałów procentowych każdego z nich (są tylko oświadczenia i opis przeprowadzonych prac). Można przyjąć, że jedynie w przypadku prac w których Habilitant jest pierwszym autorem korespondencyjnym, pomysł naukowy pochodzi i został zrealizowany z Jego inspiracji. W pozostałych przypadkach ocena ta musi bazować na opisie przeprowadzonych prac przez każdego ze współautorów.

Pewnym mankamentem w przedłożonym do oceny zbiorze publikacji jest również struktura czasopism, w których Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski wraz z innymi uczestnikami grupy badawczej publikowali swoje odkrycia naukowe wraz z wynikami eksperymentów. Na 8 przytoczonych czasopism z istotnym IF aż 7 to jedno pismo – MDPI Sensors. Każde pismo naukowe ma swoją tematykę, listę obszarów zainteresowania, jak również charakterystykę i sposób przyjmowania publikacji, ich recenzji, a następnie publikacji i w końcu również cytowania innych prac. Nie wnikając w specyfikę tego czasopisma, to – mimo bardzo obszernego zakresu zainteresowań naukowych, jak i wyróżniającego się wolumenu nadsyłanych prac – nie jest to wiodące pismo sensu stricto dziedzin naukowych uprawianych przez Pana doktora inżyniera Przemysława Skurowskiego. Oczywiście publikowanie wszystkich, albo prawie wszystkich swoich prac w jednym tytule naukowym, nawet o zauważalnym IF, nie jest zabronione, ale może budzić pewne zastanowienie. Już nawet z punktu widzenia zwiększenia wpływu i zauważalności swoich prac, znacznie lepsza byłaby dywersyfikacja w obszarze instytucji publikacyjnych, a już na pewno w grupie czasopism z istotnym IF. W tym

kontekście wyróżnia się ostatnia z publikacji, w których Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski jest głównym autorem, a opublikowana w czasopiśmie Biomedical Signal Processing and Control wydawnictwa Elsevier.

2.4. Analiza cytowań oraz zauważalności prac Habilitanta

Wpływ oraz tzw. zauważalność osiągnięć naukowych Pana doktora inżyniera Przemysława Skurowskiego ocenić można między innymi poprzez ilość cytowań jego prac oraz tzw. współczynnik Hirscha. Parametry te zostały określone na podstawie poniższych dwóch baz.

Baza Web of Science (styczeń 2025):

- Ilość zarejestrowanych publikacji: 26.
- Ilość cytowań: 75, bez autocytowań 65.
- **H-index: 5**

Baza Google Scholar (styczeń 2025):

- Ilość zarejestrowanych publikacji: 47.
- Całkowita ilość cytowań: 235.
- H-index: 9

Wartość indeksu Hirscha z bazy Web of Science, wynosząca obecnie 5, jest wartością niezbyt wysoką ale w mojej opinii wystarczającą w przypadku habilitacji w dyscyplinie naukowej uprawianej przez Habilitanta. Tym niemniej, uwzględniając najnowsze publikacje Habilitanta oraz jego całokształt naukowy jestem przekonany, że współczynnik ten w niezbyt odległym czasie będzie podlegał ciągłemu i szybkiemu wzrostowi.

3. Ocena aktywności naukowej oraz pozostałych typów aktywności Pana dra inż. Przemysława Skurowskiego

Przedstawiona w tym punkcie ocena aktywności naukowej oraz pozostałych istotnych dla przewodu habilitacyjnego aktywności zawodowych Pana dra inż. Przemysława Skurowskiego opiera się na informacjach zawartych w nadesłanych dokumentach. Osiągnięcia te zostały zestawione w postaci poniższej listy.

1. W Autoreferacie, punkt 3, Pan dr inż. Przemysław Skurowski podaje następujące informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych:

- a) 2007 – obecnie Pan dr inż. Przemysław Skurowski jest zatrudnionym na stanowisku adiunkta w Katedrze Grafiki Wizji Komputerowej i Systemów Cyfrowych na Wydziale Automatyki Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej.
 - b) 2009-2013 zatrudniony był na stanowisku adiunkta w Polsko-Japońskiej Wyższej Szkole Technik Komputerowych, wydział zamiejscowy w Bytomiu.
2. W Autoreferacie, punkt 5, Habilitant przedstawia informacje o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej. Są to:
- a) **W Polsko-Japońskiej Wyższej Szkole Technik Komputerowych w laboratorium HML Analizy Ruchu Człowieka, Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski brał udział w projekcie opracowania kostiumu IMU, oraz współpracował przy szeregu prac poświęconych analizie i przetwarzaniu sygnału ruchu pochodzącego z laboratorium optycznego MoCap.**
 - b) W czerwcu 2017 roku, Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski był wykładowcą gościnnym w Tadżykistanie (Technological University of Tajikistan) w ramach programu Erasmus+. Przeprowadził tam zajęcia dydaktyczne pt. „*Introduction to scientific computing*”.
 - c) W latach 2019-2023 Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski uczestniczył jako kierownik pakietu prac (ang. *workpackage*) związanego z rozwojem aplikacji AR, jak również był członkiem komitetu naukowego w projekcie EU WrightBroS. Łącznie był to 1 rok pracy w trybie delegacyjnym u partnerów zagranicznych. Projekt ten, prowadzony we współpracy z firmami VRM (Słowacja) i Nexera (Austria), dotyczył zastosowania technologii AR w eksploatacji symulatorów lotu i wykorzystania gogli holograficznych zarówno do celów nauki pilotażu jak i obsługi technicznej symulatorów lotu.
3. Wykaz uczestnictwa w pracach zespołów badawczych:
- a) Wykonawca w projekcie PBS 178438 (NCBiR) – kostium do akwizycji ruchu człowieka oparty na sensorach IMU z oprogramowaniem gromadzenia, wizualizacji oraz analizy danych. Projekt był realizowany przez konsorcjum w składzie: Polsko-Japońska Akademia Technik Komputerowych, Politechnika Śląska, Instytut Włókiennictwa w Łodzi.
 - b) **Kierownik prac badawczych w projekcie OIR.01.02.00-00-0148/20-00 (NCBiR/ GAMEINN):** *Opracowanie systemu opartego o algorytm sztucznej inteligencji modyfikującego parametry gry w trakcie trwania rozgrywki w celu maksymalizacji przychodów twórców gier wykorzystujących silnik Unity oraz zwiększenia ich oszczędności w procesie dostosowania gier do potrzeb graczy.*
 - c) Wykonawca w projekcie POIR.04.01.01-00-0054/19 (NCBiR/INGA): *Inteligentny system monitorowania obszarów wokół gazociągów do automatycznej detekcji i klasyfikacji anomalii infrastruktury gazowniczej (iDiaGaSys).*

- d) Członek komitetu naukowego w projekcie Horizon 2020 – *Working in a Collaborative Factory of the Flight Simulators Branch of RISE* (WrightBroS), grant EU z programu Marii Skłodowskiej-Curie Research and Innovation Staff Exchange – Project Number: 822483 (2019 – 2023). Projekt realizowany przez Politechnikę Śląską we współpracy z partnerami z Austrii oraz ze Słowacji.
- 4. Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski był aktywnym prelegentem na krajowych oraz zagranicznych konferencjach międzynarodowych – w nadesłanej dokumentacji wymieniono 20 referatów po uzyskaniu stopnia doktora oraz 2 przed uzyskaniem tego stopnia.
- 5. Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski był recenzentem czasopism z listy JCR, m.in. IEEE Transactions on Image Processing.
- 6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę.
 - e) Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski jest promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim p. mgr inż. Magdaleny Pawłyty.
 - f) Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski był promotorem ponad 30 prac dyplomowych – inżynierskich i magisterskich.
 - g) Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski był autorem licznych kursów dla studentów studiów inżynierskich oraz magisterskich.
 - h) Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski wykazywał się też aktywnością popularyzatorską nauki – m.in. referat na Dniach Nowych Mediów (2010), Uniwersytet Śląski oraz Nocy Naukowców Politechniki Śląskiej (2016).
 - i) W latach 2014-2018 był redaktorem technicznym czasopisma wydziałowego czasopisma naukowego „*Studia Informatica*”.

Podsumowując, Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski spełnia punktu 3 art. 219 ustawy, gdyż wykazał się pracą naukową w więcej niż jednej uczelni.

4. Konkluzja

Przedstawione przez Habilitanta Pana doktora inżyniera Przemysława Skurowskiego osiągnięcie naukowe w postaci jednotematycznego cyklu publikacji pt. *„Analiza i przetwarzanie obrazów i sygnałów skoncentrowane na ludzkim odbiorcy”* oceniam pozytywnie. Cykl ten stanowi istotny wkład w dyscyplinę Informatyka Techniczna i Telekomunikacja. Również pozytywnie oceniam Jego pozostały dorobek naukowy, badawczy, dydaktyczny, organizacyjny oraz popularyzatorski.

Uwzględniając całość dorobku naukowego oraz działając na podstawie i zgodnie z ustawą *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*, z uwzględnieniem późniejszych zmian, stwierdzam że Pan doktor inżynier Przemysław Skurowski spełnia wymagania stawiane kandydatom do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego.

Biorąc powyższe pod uwagę, popieram wniosek o nadanie Panu doktorowi inżynierowi Przemysławowi Skurowskiemu stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja.