



PODPIS ZAUFANY

Artur
PRZELASKOWSKI
08.05.2026 17:53:06 GMT+0200
Dokument podpisany elektronicznie
podpisem zaufanym

Warszawa, 4.05.2026r.

prof. dr hab. inż. Artur Przelaskowski
Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych
Politechnika Warszawska
ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa

powołany na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym **dr. Jana Juszczyka** decyzją Rady Doskonałości Naukowej (na podstawie pisma nr DRKN.Z2.400.168.2025 z dn.15.01. 2026r.) oraz uchwałą nr 5/2026 Rady Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Politechniki Śląskiej z dn. 19.02.2026 r

dziedzina: **Nauki inżynieryjno -techniczne**

dyscyplina: **Inżynieria biomedyczna**

Recenzja obejmująca ocenę osiągnięć stanowiących podstawę postępowania habilitacyjnego oraz innych osiągnięć naukowych Pana doktora nauk technicznych Jana Juszczyka

Pan Jan Juszczyk uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie biocybernetyka i inżynieria biomedycznej na Politechnice Śląskiej w Gliwicach w roku 2011 - tytuł rozprawy: *Sekwencyjna segmentacja wybranych struktur anatomicznych w serii obrazów tomografii komputerowej*. Wcześniej (2009) uzyskał tytuł magistra w specjalności fizyka medyczna na Uniwersytecie Śląskim. Od września 2012 do dziś pracuje na Politechnice Śląskiej, na Wydziale Inżynierii Biomedycznej, aktualnie jako adiunkt w Katedrze Informatyki Medycznej i Sztucznej Inteligencji. W okresie luty-czerwiec 2013 roku pracował także jako wykładowca w Wyższej Szkole Biznesu w Dąbrowie Górniczej.

Naukowa współpraca krajowa i zagraniczna

Habilitant współpracował w ramach szeregu projektów z krajowymi ośrodkami naukowymi; są to m.in.:
- Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN – współpraca w zakresie akwizycji i analizy mikrorentgenowskiej i mikrotomograficznej materiałów polimerowych (wspólna publikacja);
- Śląski Uniwersytet Medyczny; Górnośląskie Centrum Medyczne; Śląskie Centrum Chorób Serca; Katedra i Zakład Patomorfologii i Diagnostyki Molekularnej Śląskiego Uniwersytetu Medycznego – współpraca w ramach projektu ABM RCMC;
- Katedra i Zakład Medycyny Sądowej i Toksykologii Sądowo-Lekarskiej Śląskiego Uniwersytetu Medycznego – współpraca w ramach badania "Zastosowanie pośmiertnego micro-CT w sądowym szacowaniu wieku osób dorosłych".

Współpraca obejmowała także badania prowadzone w szerszej, międzynarodowej skali - m.in. w ramach dwóch projektów:

- Universität zu Lübeck, Niemcy – w ramach projektu polsko-niemieckiej współpracy bilateralnej, NCBR, 2018, temat: *Multimodalna platforma monitorowania bólu w fizjoterapii*; rola: wykonawca (brał w tym udział także zespół z Akademia Wychowania Fizycznego w Katowicach);
- Norwegian University of Science and Technology - NTNU – w ramach projektu GRIEG 1,NCN, 2019, temat: *Bezinwazyjne wyznaczanie sztywności ścian tętnic ludzkich in vivo*; rola: wykonawca odpowiedzialny za badania/eksperymenty dot. badań USG;

oraz staży:

- University of Alberta – 3. tygodniowy (visiting professor, zastosowanie obliczeń granularnych w analizie obrazów medycznych) pod opieką prof. W. Pedryca;

- Cedars Sinai Medical Center, Los Angeles - 3. tygodniowy staż (wykorzystanie narzędzi analizy tekstury w segmentacji obrazów tomograficznych jamy brzusznej) pod opieką dr hab. A. Gertycha.

Wykazano także tygodniowy udział w szkole letniej Biomedical & Information Engineering School na Northeastern University (NEU), Shenyang, China z cyklem wykładów. Wspólnie z ośrodkiem Laboratory for Medical Technology, Rizzoli Orthopaedic Institute, Bologna, Italy prowadzono badania w zakresie przetwarzania wysokorozdzielczych skanów tomograficznych kości udowych na potrzeby wyznaczania ich właściwości mechanicznych (wytrzymałości - przygotowano publikację).

Brał udział w konferencjach: Polish Conference on Biocybernetics and Biomedical Engineering oraz międzynarodowej ITIB; uczestniczył w komitetach organizacyjnych/naukowych kolejnych edycji ITIB; był też *guest* edytorem *special issue* czasopisma Mathematics oraz autorem 16tu recenzji na rzecz sześciu solidnych czasopism oraz 11tu recenzji prac zgłoszonych na konferencje międzynarodowe ITIB oraz IiBE. Oceniał wnioski w konkursie Fizyczne Ścieżki organizowanym przez NCBJ i Instytut Fizyki PAN jako członek Jury, członek Komitetu Doradczego.

Osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne oraz popularyzujące naukę

Kandydat był promotorem pomocniczym obronionej z wyróżnieniem rozprawy doktorskiej *Segmentacja i trójwymiarowa wizualizacja zmian patologicznych gruczołu sutkowego w obrazach USG z wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji*, dr inż. Marta Biesok, 2023. Wypromował dwóch magistrów (tematyka: *Szacowanie dawki na narząd w obrazowaniu CT* oraz *Szacowanie wielkości naczynia w badaniach USG*) i 10 inżynierów. Przygotował program i materiały dydaktyczne z obszaru: *Hybrydowe techniki obrazowania, Zaawansowane techniki diagnostyczno-terapeutyczne, Fizyka kierunkowa, Grafika komputerowa, Zastosowanie grafiki komputerowej w medycynie, Biocybernetyka, Obliczenia inżynierskie, Komputerowe wspomaganie terapii małoinwazyjnych, Techniki obrazowania medycznego*. W ramach współpracy ze studentami opublikował kilka prac (m.in. pierwszy artykuł z osiągnięcia naukowego, prace w materiałach konferencji), prowadził aktywną działalność popularyzatorską (m.in. członek Komitetu Doradczego oraz Juror konkursu Fizyczne Ścieżki organizowanego przez Narodowe Centrum Badań Jądrowych oraz Instytut Fizyki PAN) i organizatorską (m.in. Noc Naukowców PŚ, konferencje ITIB), jest mentorem w programie *Rozwiń skrzydła*.

Dorobek publikacyjny Habilitanta (według przedstawionego wykazu osiągnięć) zawiera 54 pozycje z lat 2010-2025 (w niektórych przypadkach niekompletnie opisane), w tym 50 współautorskich.

Osiągnięcie naukowe - zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne

Kandydat jako uczestnik prac zespołów badawczych zrealizował 12 projektów naukowo-badawczych, w tym m.in. kluczowe cztery stanowiące zestaw oryginalnych osiągnięć projektowych (w tym konstrukcje i technologie) treściowo i implementacyjnie związanych z tematycznym cyklem publikacji omawianych poniżej; są to kolejno projekty:

-POIR NCBR, kierownik B+R, ***Usługowa platforma monitorowania dawek promieniowania jonizującego dla ekspozycji medycznych stosowanych w celach diagnostycznych*** [P1]- opracował m.in. koncepcję automatycznego szacowania dawki na podstawie danych obrazowych, tekstowych oraz metadanych;

- POIR NCBR, kierownik Pracy Naukowo-Badawczej w Politechnice Śląskiej, główny wykonawca, ***SKANER RAN - System wizualizacji i monitorowania ran trudno gojących*** [P2]- opracował m.in. koncepcje wielomodalnego skanowania ran oraz metod kalibracji urządzenia Skaner Ran;

- NCN OPUS, **Multimodalny system wizualizacji i monitorowania ran przewlekłych skóry** [P3] – opracował koncepcję wielomodalnego stanowiska do skanowania ran i jego kalibrację oraz metodę fuzji danych obrazowych, brał udział w rejestracji danych w jednostkach opieki medycznej oraz w zarządzaniu projektem;

- NCN OPUS, główny wykonawca, **System wspomaganie śródoperacyjnej lokalizacji guzów w chirurgii małoinwazyjnej jamy brzusznej** [P4] – opracował koncepcję fantomu wielomodalnego oraz protokoły tworzenia spersonalizowanego modelu oraz fantomu pacjenta.

Wśród pozostałych projektów powiązanych z tematyką prowadzonych konsekwentnie badań warto wymienić: ABM RCMC: *Centrum Medycyny Cyfrowej SILESIA* (wykonawca, członek zespołu wsparcia merytorycznego, kierownik zadania badawczego); NCN - *Bezinwazyjne wyznaczanie sztywności ścian tętnic człowieka in vivo* (wykonawca-opracowanie metody analizy kurczliwości tętnicy szyjnej oraz metody segmentacji światła tętnicy szyjnej w obrazach USG); NCBR STRATEGMED2 - *Nowe narzędzia diagnostyki molekularnej i obrazowania w indywidualizowanej terapii raka piersi, tarczycy i gruczołu krokowego* - opracowanie metody rekonstrukcji obrazów 3D USG zależnej od czasu oraz wielostanowego pasywnego manipulatora dla systemów śledzenia ruchu; POIR NCBR- *Opracowanie innowacyjnych rozwiązań informatycznych i konstrukcyjnych w dziedzinie teleopieki medycznej* - zaprojektował elementy bezprzewodowe czujników pomiarowych; NCBR INNOTECH - *Multimodalny system monitorowania ruchu drogowego* – opracował metodę detekcji kategorii pojazdu na podstawie danych rejestrowanych przez bramownice; NCBR LIDER - *Opracowanie systemu planowania i wspomaganie małoinwazyjnych zabiegów chirurgicznych, lokalizacji, diagnostyki i niszczenia pierwotnych i przerzutowych guzów nowotworowych* - opracował metody segmentacji wątroby.

W dorobku Kandydata znalazły się także cztery projekty badawcze realizowane na rzecz podmiotów komercyjnych, takie jak: *Skaner ran- system wizualizacji i monitorowania ran trudno gojących* (WoundScanning Sp. z o.o.); *Opracowanie i przetestowanie metody segmentacji i klasyfikacji typów tkanek w ramach obrazów ran przewlekłych* (Yoshi Innovation S.A.); *Opracowanie metrologiczne metod pomiarowych stosowanych w radiologii* (Radpoint sp. z o.o.); *Opracowanie metodyki oceny procesu budowania kompetencji zespołu chirurgii robotycznej* (INNOVARIS sp. z o.o.) – we wszystkich kierownik prac N-B.

Osiągnięcie naukowe - cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, które wraz ze wskazanym wcześniej, oryginalnym osiągnięciem projektowym/konstrukcyjnym/technologicznym stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Biomedyczna

Fundamentem analizowanych osiągnięć są doświadczenia i efekty konsekwentnie prowadzonych przez kilkanaście lat badań - publikacje przedstawionego zestawu pochodzą z lat 2013-2025, zaś cztery wspomniane projekty n-b realizowane były w latach 2013-2023. Zasadnicze osiągnięcie naukowe pt. ***Integracja i analiza danych wielomodalnych we wspomaganiu diagnostyki medycznej*** obejmuje zestaw 9-ciu publikacji współautorskich z istotnym wkładem Habilitanta; osiągnięcie to jest powiązane z realizacją i efektami czterech wspomnianych wcześniej projektów naukowo-badawczych oraz rozumiane/ interpretowane w szerszym kontekście różnorodnych aktywności i doświadczeń z obszaru IB (selektywnie wspomnianych powyżej).

Zwięzła charakterystyka/podsumowanie wkładu własnego Kandydata obejmuje 9 publikacji, przy czym 7 z nich było bezpośrednio efektem realizacji projektów badawczych. Wskaźniki cytowań wynoszą: WoS-liczba=237, indeks H=9; Scopus - liczba=275, indeks H=10; Scholar-liczba=410, indeks H=12.

Przedstawiony zestaw kluczowych publikacji współautorskich obejmuje kolejno:

1. **Juszczak J**, Pałachniak J, Piętka E: Metallic artifacts' reduction in microtomography using the bone- and soft-tissue decomposition method; *Sensors*, MDPI, vol. 24, 2024, 7108; 100 punktów, IF:3,4; wkład własny: opracowanie koncepcji metody redukcji artefaktów, realizacja eksperymentów, opracowanie i analiza wyników (udział Habilitanta: **45%**); przedstawione wyniki są m.in. efektem realizacji projektu ABM RCMC: Tworzenie i rozwój Regionalnych Centrów Medycyny Cyfrowej – Centrum Medycyny Cyfrowej SILESIA, gdzie Habilitant był wykonawcą merytorycznie wspierając badania oraz uczestnicząc w kierowaniu projektem;
2. Sinek A et al.: (11 współautorów, Juszczak 4. autorem): Evaluating the precision and reproducibility of non-invasive deformation measurements in an arterial phantom; *Measurement*, Elsevier, vol. 216, 2023, 112904, s. 1-14; 200 punktów, IF:5,2; wkład własny: opracowanie/weryfikacja metod segmentacji naczynia, szacowania wielkości i zmiany dynamiki średnicy naczynia w obrazach USG; udział w opracowaniu koncepcji stanowiska pomiarowego (udział Habilitanta: **5%**); efekt realizacji projektu non-invasive in-vivo assessment Human Artery Walls (ENTHRAL) – wykonawca;
3. Ledwoń D et al.: (5 współautorów, Juszczak 3. autorem): Tomographic reconstruction from planar thermal imaging using convolutional neural network; *Scientific Reports*, Nature Publishing Group, vol. 12, 2022, 2347, s. 1-12; 140 punktów, IF:3,8; wkład własny: opracowanie koncepcji rekonstrukcji termograficznej z serii obrazów termograficznych (udział Habilitanta: **15%**);
4. **Juszczak J** et al.: (10 współautorów): Wound 3D geometrical feature estimation using Poisson reconstruction; *IEEE Access*, vol. 9, 2021, s. 7894-7907; 100 punktów, IF:3,4; wkład własny: opracowanie koncepcji generowania "wirtualnej skóry" z wykorzystaniem rekonstrukcji Poissona; opracowanie metody szacowania objętości rany (udział Habilitanta: **20%**); efekt projektu: „Multimodalny system wizualizacji i monitorowania ran przewlekłych skóry” - główny wykonawca;
5. **Juszczak J** et al.: (11 współautorów): Automated size-specific dose estimates using deep learning image processing; *Medical Image Analysis*, vol. 68, 2021, 101898, s. 1-15; 200 punktów, IF:10,7; wkład własny: opracowanie koncepcji systemu monitorowania dawek w TK; opracowanie metody automatycznego wyznaczania size-specific dose estimation (udział Habilitanta: **25%**); praca w ramach projektu: "Service platform for monitoring doses of ionizing radiation for medical exposures used for diagnostic purposes" - kierownik B+R;
6. Kręcichwost M. et al.: (10 współautorów, Juszczak 4. autorem): Chronic wounds multimodal image database; *Computerized Medical Imaging and Graphics*, vol. 88, 2021, 101844, s. 1-12; 100 punktów, IF(3,75); wkład własny: opracowanie systemu akwizycji danych oraz metodyki rejestracji przestrzennej danych i metody fuzji danych (udział Habilitanta: **10%**); praca w ramach projektu: „Multimodalny system wizualizacji i monitorowania ran przewlekłych skóry”- główny wykonawca;
7. Spińczak D et al.: (10 współautorów, Juszczak 6. autorem): Supporting diagnostics and therapy planning for percutaneous ablation of liver and abdominal tumors and pre-clinical evaluation, *Computerized Medical Imaging and Graphics*, vol. 78, 2019, s. 1-11; 100 punktów, IF(3,75); wkład własny: opracowanie i implementacja metody segmentacji wątroby i śledziony, jej adaptacja i weryfikacja (udział Habilitanta: **5%**); praca w ramach projektu „System wspomagający niszczenie zmian nowotworowych w jamie brzusznej technikami małoinwazyjnymi” – wykonawca
8. **Juszczak J**, Piętka E, Pyciński B: Granular computing in model based abdominal organs detection, *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 46(2), 2015, s. 121-130; 100 punktów, IF(3,75); wkład własny: segmentacja w oparciu o obliczenia granularne; opracowanie koncepcji granuli trójwymiarowej na potrzeby analizy obrazów tomograficznych (udział Habilitanta: **75%**); praca w ramach projektu „System wspomagania śródoperacyjnej lokalizacji guzów w chirurgii małoinwazyjnej jamy brzusznej”-główny wykonawca;
9. Cristofolini L, Angeli E, **Juszczak J**, Juszczak M: Shape and function of the diaphysis of the human tibia, *Journal of Biomechanics*, vol. 46, nr 11, 2013, s. 1882-1892; 100 punktów, IF(2,4); wkład własny: segmentacja obrazów kości w TK i szacowania ich gęstości (udział Habilitanta: **20%**);

Prace te zostały zamieszczone w solidnych czasopismach naukowych, niekiedy nawet renomowanych (w czasopismach z pierwszego decyla według Scopus mamy 6 z tych artykułów, a najniższy centyl cytowań wynosi 86). Habilitant jest pierwszym autorem w czterech przypadkach, 5 prac jest silnie wieloautorskich (10 i więcej autorów). Przedstawione wyniki badań zostały merytorycznie wsparte konkretnymi efektami realizacji wspomnianych projektów n.-b. (scharakteryzowano je pokrótce wcześniej zwracając uwagę na szczególnie istotne komponenty osiągnięcia).

W definicji zasadniczego osiągnięcia naukowego wyróżniono dwa kluczowe elementy: **integrację danych/sygnatów multimodalnych** (multimedialnych – obraz, tekst, liczby-numeryka) w kontekście paradygmatu **wspomagania diagnostyki medycznej celem skuteczniejszego zarządzania informacją**. Kontekstem jest interdyscyplinarność IB rozumiana jako jednoczesne wykorzystywanie wielu źródeł informacji celem **synergicznej fuzji** (rozumiem to jako dodany efekt łączenia różnych strumieni informacji dający coś więcej niż suma składowych – generalnie nie znalazłem w przedstawionych opisach klarownego rozróżnienia pojęć integracja i fuzja), prezentacji na użytek zintegrowanej, wielowymiarowej, łącznej analizy realnie kompleksowej informacji. Sugerowany przez Habilitanta obszar zastosowań to wspomaganie zabiegów małoinwazyjnych - chodzi przede wszystkim o badania wytrzymałości kości, wspomaganie monitorowania leczenia ran, integrację informacji w nieinwazyjnej analizie deformacji naczyń, czy też jej fuzję w monitorowaniu dawek radiologicznych. Ciekawą propozycją opisu osiągnięć jest chronologiczny porządek kolejnych badań, działań/osiągnięć – wspiera to niewątpliwie i przekonuje do efektów konsekwentnej pracy badawczej w perspektywie wielu już lat, której owocom możemy właśnie się przyjrzeć. Już samo to świadczy o mądrej, perspektywicznej i wartościowej aktywności badacza w ramach kolejnych zespołów i projektów. Na tak szerokiej bazie doświadczeń Habilitant miał okazję rozwijać swoje zdolności i realizować odważne, ciekawe i jak się okazuje – wartościowe badania. Deklarowanym **celem głównym prowadzonych przez Habilitanta badań był więc rozwój metod wielomodalnych w odniesieniu do fuzji i integracji informacji w zastosowaniach IB**. W konsekwencji istotnym osiągnięciem/wkładem Kandydata okazują się przede wszystkim opracowywane metody i koncepcje umożliwiające integrację/łączenie danych medycznych różnego charakteru w następujących zastosowaniach: wspomaganie zabiegów małoinwazyjnych; integracja danych w badaniach wytrzymałościowych; wspomaganie monitoringu leczenia ran; integracja informacji w nieinwazyjnej analizie deformacji naczyń; fuzja informacji w monitorowaniu dawek na okoliczność badań radiologicznych.

W kontekście przedstawionej interpretacji celów, uwarunkowań i efektów prowadzonej konsekwentnie pracy badawczej, zasadnicze osiągnięcie stanowi efekt chronologicznych działań naukowych, badawczych i rozwojowych. To kolejno realizowane projekty badawcze ukształtowały w miarę spójną tematykę, formy aktywności, metodykę prowadzonych badań, które doprowadziły do oryginalnych wyników/osiągnięć o istotnym komponentie poznawczych i aplikacyjnym.

Wyróżniono dwa konteksty zastosowań: **wspomaganie diagnostyki/terapii**, który obejmuje kolejno wsparcie: zabiegów małoinwazyjnych, badań wytrzymałościowych kości, monitoringu leczenia ran trudno gojących się oraz nieinwazyjnej analizy deformacji naczyń; drugi zaś dotyczy **fuzji informacji w monitoringu narażeń pacjentów na promieniowanie jonizujące**.

Zagadnienie **wspomagania zabiegów małoinwazyjnych**, związane z realizacją projektu dot. śródoperacyjnej lokalizacji guzów w chirurgii małoinwazyjnej jamy brzusznej, obejmowało rozwój metod nawigacji obrazowej oraz przetwarzania danych TK. Chodziło o opracowanie metody generowania spersonalizowanego modelu i fantomu pacjenta (segmentacja wybranych struktur anatomicznych, opracowanie metody generowania wektorowych modeli struktur 3D celem integracji danych z systemami wizualizacji śródoperacyjnej).

Przewijający się w badaniach Habilitanta wątek segmentacji zaowocował propozycją nowej metody opisu danych obrazowych z wykorzystaniem **obliczeń granularnych**. Rozszerzono ciekawą koncepcję granuli informacyjnej (z parametrem gęstości informacji) integrującej w sobie informacje o położeniu struktury anatomicznej i charakterystycznej jasności, co wykorzystano w konstrukcji modelu prawdopodobieństwa występowania pikseli w określonym obszarze [publikacja C8 zestawu osiągnięć]. Mapy występowania granuli specyficznych dla danego narządu wykorzystano w uogólnionych modelach prawdopodobieństwa występowania narządu względem struktur kostnych. Modele te umożliwiły śródoperacyjną wizualizację struktur anatomicznych wraz z ustaleniem położenia narzędzi. Wytworzono fizyczny fantom zgodny z anatomią pacjenta (spersonalizowany); opracowano i przetestowano model trimodalny TK-USG-MR (jeden fantom) do testowania systemów nawigacji obrazowej. Kolejne badania koncentrują się więc wokół pojęcia fuzji danych przedoperacyjnych (informatywny, spersonalizowany model 3D określający położenie narzędzi chirurgicznych względem struktur anatomicznych pacjenta). Wartość tych rozwiązań zweryfikowano w trakcie testowego zabiegu chirurgii małoinwazyjnej przy współpracy z Wydziałem Lekarskim Uniwersytetu Ostrawskiego. Badania te były kontynuowane w ramach projektu dot. metod nawigacji obrazowej: śledzenie ruchu i rekonstrukcji powierzchni - modelowanie ugięcia tkanek w trakcie biopsji piersi nawigowanej za pomocą USG z rekonstrukcją zależną od czasu, z optycznym śledzeniem położenia celem poprawy jakości modeli 3D. Opracowano system do **granuli 3D** - zaadoptowano przy tym model **granuli informacyjnej** (z parametrem gęstości informacji) do opisu struktur anatomicznych wątroby, śledziony oraz nerek.

Kontekstem aplikacyjnym była fuzja danych przedoperacyjnych, w postaci modelu 3D struktur anatomicznych, z informacją śród-zabiegową dot. położenia względem narzędzi chirurgicznych jako forma komputerowego wspomaganie zabiegów. Oryginalna koncepcja **spersonalizowanego modelu pacjenta** jako forma wspomaganie chirurgii małoinwazyjnej została przetestowana przy współpracy z Wydziałem Lekarskim Uniwersytetu Ostrawskiego. Badania te kontynuowano w ramach kolejnego projektu (*Nowe narzędzia diagnostyki molekularnej i obrazowania w indywidualizowanej terapii raka piersi, tarczycy i gruczołu krokowego*) poprzez rozwój metod nawigacji obrazowej, zdobywając doświadczenie w zakresie metod śledzenia ruchu, rekonstrukcji powierzchni oraz integracji danych wielomodalnych. Kandydat modelował ugięcia tkanek w trakcie biopsji piersi nawigowanej w USG proponując koncepcję rekonstrukcji zależnej od czasu (wykorzystano dane o położeniu głowicy za pomocą optycznego systemu śledzenia) celem ciągłej poprawy jakości modelu 3D. Opracował również pasywny manipulator bezdotykowego sterowania interfejsem aplikacji z wykorzystaniem systemu śledzenia ruchu Polaris (bezdotykowy, pasywny, integralny z systemem śledzenia ruchu) – **zgłoszono stosowny patent**. Równocześnie uczestniczył w projekcie „System wspomagający niszczenie zmian nowotworowych w jamie brzusznej technikami małoinwazyjnymi” realizowanym przez firmę Evertop, gdzie rozszerzył algorytm segmentacji wątroby i śledziony w obrazach w TK z wykorzystaniem obliczeń granularnych rozszerzonych o analizę tekstur na większej liczbie przypadków (konsekwencja badań w kontekście poszerzonej skali zastosowań) [C7].

Zagadnienie **wspomagania badań wytrzymałościowych kości** udowych realizowane było we współpracy z Instytutem Ortopedycznym Rizzoli (Bologna, Włochy), przede wszystkim w zakresie przetwarzania wysokorozdzielczych skanów tomografii kości udowych na potrzeby wyznaczania ich właściwości mechanicznych. Zaproponowana metoda analizy obrazów TK umożliwiła skuteczną segmentację oraz wyznaczanie parametrów mechanicznych kości (lokalna gęstość, środek ciężkości każdej z warstw oraz środek ciężkości całej kości, pole powierzchni przekroju warstw, lokalna wartość modułu Younga, lokalny moment bezwładności). Efektem wykonanych analiz była mapa 3D rozkładu modułu Younga oraz szereg parametrów statystycznych opisujących właściwości mechaniczne kości. Wyniki te w postaci modelu numerycznego kości zostały porównane z wynikami otrzymanymi za pomocą realnych pomiarów

wytrzymałościowych oraz pomiarów naprężeń. Efekty przeprowadzonej analizy wykazały, że właściwości mechaniczne kości piszczelowej są zoptymalizowane pod kątem obciążenia wspornikowego. Uzyskane rezultaty umożliwiły przyspieszenie analiz wykonywanych badań wytrzymałościowych kości poprzez wyznaczenie parametrów mechanicznych kości na bazie wyznaczonej w TK gęstości. W konsekwencji opracowana metoda znacząco skróciła czas potrzebny na przetworzenie i analizę badanego materiału.

Zagadnienie **integracji danych w monitorowaniu leczenia trudno gojących się ran** realizowano w ramach projektu dot. wizualizacji i monitorowania ran przewlekłych skóry (OPUS 11, NCN); badania dotyczyły koncepcji uwspólniania osi optycznych poszczególnych modalności za pomocą suwnicy oraz systemu kalibracji osi optycznych. Kandydat projektował także i konstruował urządzenie do kalibracji stanowiska pomiarowego, realizował pomiary. Badał hipotezę, że jednoczesne wykorzystanie kilku, wzajemnie uzupełniających się (odpowiadających sobie względem referencyjnego układu) źródeł informacji dot. rany umożliwi dokładniejsze i bardziej obiektywne śledzenie procesu leczenia rany. Do obserwacji wykorzystano spójnie przestrzenne obrazowanie multimodalne- fuzję obejmującą zdjęcia (światło widzialne), termografię, USG nakładane/normalizowane we wspólnym układzie referencyjnym współrzędnych. Użyto w tym celu stereokamerę z możliwością śledzenia znaczników optycznych- ta sama kamera była równocześnie wykorzystana to tworzenia powierzchniowego modelu rany. Wspólny układ odniesienia dla wszystkich tych modalności zrealizowano za pomocą suwnicy, na której zamontowano poszczególne urządzenia (bez USG) – do kalibracji stanowiska pomiarowego Kandydat wykorzystał zaprojektowane przez siebie urządzenie umożliwiające wyrównanie osi optycznych wszystkich urządzeń pomiarowych, zwiększając jednocześnie obszar, w których fuzja była dokładna. Stanowisko to wykorzystano do rejestracji danych wielomodalnych ran dla ponad 50 pacjentów tworząc bazę zawierającą surowe dane, wyniki rejestracji przestrzennej oraz opisy przypadków (publikacja [C6] cytowana 31 razy głównie ze względu na udostępnienie bazy danych). Opracował także nową metodę szacowania objętości rany z wykorzystaniem modelu wirtualnej skóry bazującym na naturalnych obrazach ran wraz z otoczeniem oraz danych dot. powierzchni ran w 3D i tkanek otaczających. Dokonano rekonstrukcji (Poissona) przewidywanego przebiegu ciągłości skóry potencjalnie bez rany. Wykonano eksperyment dowodząc konieczności rejestracji przestrzennej (3D) ran – wartość pomiaru pola powierzchni ran zależy od kąta rejestracji ich obrazów [C4].

Konsekwencją takich badań była hipoteza skutecznego wykorzystania algorytmów rekonstrukcji wstecznej w obrazowaniu rozkładu temperatury wewnątrz obiektów (termografia 3D) – chodziło o rekonstrukcję tomograficzną rozkładu źródeł ciepła wewnątrz tkanki na podstawie serii termicznych obrazów planarnych za pomocą sieci CNN (zawiodły metody rekonstrukcji wstecznej obrazów termograficznych). Metoda rekonstrukcji za pomocą sieci głębokiej została przetestowana z wykorzystaniem modelu tkankowego z czujnikami temperatury oraz sztucznymi źródłami ciepła o kontrolowanej temperaturze. Istotna była konstrukcja stanowiska pomiarowego [C3]. Warto podkreślić użyteczność tych osiągnięć w kontekście realnego, istotnego problemu dotyczącego trudno gojących się ran potwierdzonego zainteresowaniem rynku (transfer oraz adaptacja wytworzonej w ramach badań podstawowych technologii z udziałem podmiotów komercyjnych). Transfer i adaptacja opracowanej technologii w ramach projektu wdrożeniowego prowadziły do wytworzenia funkcjonalnego prototypu urządzenia do skanowania ran (bezprowadowe urządzenie pomiarowe). Kandydat brał udział m.in. w pracach koncepcyjnych dot. konstrukcji urządzenia (pomysły, konsultacja, doradzanie, promocja).

Zagadnienie **integracji informacji w nieinwazyjnej analizie deformacji naczyń** obejmowało aktywność w obszarze oceny stanu naczyń krwionośnych. Habilitant opracował metodę wyznaczania położenia ścian naczyń w obrazach USG z jednoczesną synchronizacją danych syntetycznym sygnałem EKG, potem koncepcje szacowania szerokości naczyń oraz niepewności pomiarowej szacowanych parametrów.

Zajmował się także rejestracją danych USG i ich synchronizacją z towarzyszącymi systemami pomiarowymi [C2]. Badania te realizowane były w ramach dwóch projektów: OPUS (3D USG) oraz międzynarodowego ENTHRAL –jednak udział Habilitanta był tutaj stosunkowo niewielki (5%).

Finalne zagadnienie **fuzji informacji w monitorowaniu narażenia pacjentów na promieniowanie jonizujące** jest dobrym podsumowaniem przedstawionych badań skupionych wokół łączenia strumieni informacji pozyskiwanych w złożonych, nierzadko ‘niebezpiecznych’ uwarunkowaniach (promieniowanie X).

Rozpoczęte w ramach projektu ***Usługowa platforma monitorowania dawek promieniowania jonizującego dla ekspozycji medycznych stosowanych w celach diagnostycznych [P1]*** prace dotyczyły monitorowania/ szacowania dawki w diagnostycznych badaniach obrazowych wykorzystujących promieniowanie jonizujące (rentgenowskie) za pomocą zestawu stosownych parametrów. Kandydat (kierownik B+R tego projektu) był odpowiedzialny za opracowanie koncepcji systemu monitorowania dawek w TK wraz z uwzględnieniem wytycznych formalno-prawnych, merytorycznych oraz technologicznych. Brał udział w opracowaniu metody automatycznego wyznaczania parametru SSDE (Size-Specific Dose Estimate – założenia) niezależnie od dostawcy TK (za pomocą OCR dane pozyskano bezpośrednio z metadanych plików obrazowych, raportów strukturalnych, z gotowych raportów dozymetrycznych - integracja informacji obejmowała jednocześnie wykorzystanie rozpoznanych danych obrazowych jako uzupełnienie brakujących danych tekstowych na potrzeby wyznaczania rozmiarów pacjenta oraz metadanych o parametrach akwizycji obrazu). Był też odpowiedzialny za przygotowanie koncepcji systemu monitorowania dawek w TK wraz z uwzględnieniem stosownych wytycznych formalno-prawnych, merytorycznych oraz technologicznych. Opracował założenia SSDE na podstawie danych obrazowych oraz metadanych zawartych w badaniach TK. Brał udział w walidacji wyników oraz był odpowiedzialny za przygotowanie materiału badawczego [C5]. Opracowana platforma jest skalowalna, przygotowana do realnej pracy w chmurze. Została przetestowana w warunkach rzeczywistych i wdrożona w ponad 200 placówkach, obsłużyła miliony badań TK i radiograficznych w setkach jednostek!

Prace w zakresie monitorowania dawki na bazie obrazów i tekstu wraz z analizą niepewności pomiarowej w przypadku USG były kontynuowane w ramach badań nad poprawą jakości obrazów. Kandydat opracował metodę redukcji artefaktów metalicznych w mikroTK dokonując dekompozycji obrazów planarnych na rozkład tkanki miękkiej/twardej, doskonaląc ją i weryfikując eksperymentalnie za pomocą zaprojektowanego fantomu [C1] (badania cytowane).

Podsumowując, badania stanowiące kluczowe osiągnięcie koncentrowały się na fuzji (integracji, analizie, synergii) różnorodnego typu informacji osadzonej w zasobach danych wielomodalnych (w tym głównie obrazowych) celem wspomagania diagnostyki obrazowej, szerzej medycznej.

W przedstawionej w końcowym podsumowaniu - konkretniejszej merytorycznie liście siedmiu najważniejszych osiągnięć, wspartych kluczowymi publikacjami oraz efektami realizacji projektów, Habilitant podkreśla:

- 1) Opracowanie i zastosowanie trójwymiarowej granuli informacyjnej, a następnie analityczne wykorzystanie tych wyników w konstrukcji *spersonalizowanych: modelu i fantomu pacjenta*;
- 2) Opracowanie koncepcji wielomodalnego stanowiska monitorowania ran przewlekłych skóry służącego rejestracji obrazów ran za pomocą zintegrowanego systemu kamer (w tym metody kalibracji stanowiska); koncepcji rekonstrukcji tomograficznej wstecznej z obrazów termograficznych (rozkład

temperatury wewnątrz obiektów); metody pomiaru objętości rany poprzez wirtualne nałożenie skóry na ranę; testy w warunkach klinicznych;

3) Opracowanie metody redukcji artefaktów w obrazach mikrotomografii;

4) Opracowanie metody analizy dynamicznej zmiany rozmiaru naczyń w USG;

5) Opracowanie metody analizy mechanicznej kości długich na podstawie obrazów TK;

6) Opracowanie założeń monitora ran – wielomodalnego, bezprzewodowego systemu do gromadzenia, przetwarzania i analizy danych celem wizualizacji ran z wykorzystaniem fuzji obrazów;

7) Opracowanie założeń Systemu Monitorowania Dawki integrującego dane obrazowe/tekstowe w diagnostycznych badaniach obrazowych wykorzystujących promieniowanie jonizujące – system ten jest aktywnie wykorzystywany do monitorowania dawki (ponad 3 mln badań rocznie).

Za szczególnie istotne uważam osiągnięcia 1, 2 oraz 6 i 7. Warto podkreślić, że dwa ostatnie z nich stanowią wyjątkowo wartościowy przykład skutecznego transferu inżynierskiego know-how do praktyki klinicznej przy skutecznej współpracy z biznesem.

Prace badawcze prowadzone przez Habilitanta mają wobec tego istotne znaczenie zarówno koncepcyjnie jak i praktyczne poprzez ich inżynierski, realistyczny charakter w kontekście konkretnych uwarunkowań diagnostycznych, stosowanych kryteriów i form weryfikacji w warunkach rzeczywistych. Zastosowano doskonalsze kryteria, ciekawe, pomysłowe, odważne, choć dość proste metody i uzyskano znacznie przez to osiągnięcia.

Przedstawiony dorobek świadczy o dużym doświadczeniu, interdyscyplinarności uprawianej nauki (w realnej IB to dobry standard). To nauka pragmatyczna, eksperymentalna z realnym sprzętem i jeszcze bardziej realnymi problemami implementacyjnymi. Dominuje więc paradygmat pragmatyki, kryteriów i wniosków praktycznych. Ciekawym pomysłem i koncepcjom teoretycznym (np. rozszerzenia i ożywienie pojęcia granuli informacyjnej w 3D) towarzyszyło np. doświadczenie wykorzystania algorytmów rekonstrukcji z obszaru obrazów termograficznych albo projekt fantomu celem realnej redukcji artefaktów metalicznych w obrazach mikrotomografii komputerowej - dekompozycja obrazów planarnych na rozkład tkanek miękkich i twardych (przedstawiono podstawy teoretyczne opracowanej metody). Obok prac koncepcyjnych realizowano eksperymenty i analizowano uzyskane wyniki. Realne, solidne efekty znalazły uznanie jako referencyjne, a wnioski okazały się istotnie użyteczne (np. w automatyzacji procesu wyznaczania parametrów szacujących dawkę).

Pozostałe, uzupełniające osiągnięcia naukowo-badawcze

W dorobku Kandydata znajduje się także zestaw publikacji w liczbie 32, w tym 10 z IF, zamieszczonych m.in. w *Annals of the New York Academy of Sciences*; *Scientific Reports*; *Sensors*; *International Journal of Biological Macromolecules*; *Computerized Medical Imaging and Graphics*; *Plos One* oraz w mat. Konf. ITIB, *Polish Conference on Biocybernetics and Biomedical Engineering, IBE*.

Dotyczą one m.in. badań pilotażowych, klasyfikacji czy też systemów wizualizacji jako pochodna metod przetwarzania informacji wielomodalnej, w tym:

- uzupełnienia prac nad multimodalnym systemem wspomaganie diagnostyk ran przewlekłych skóry (nowe stanowisko; szacowanie parametrów geometrycznych ran: metody zalewania geometrycznego oraz metod bazujących na analizie obrazów głębi zarejestrowanych kamerą ToF i stereokamerą); fuzja obrazów termograficznych oraz widzialnych;
- system monitorowania dawek: wstępne prace nad metodą automatycznego wyznaczania SSDE (Size-Specific Dose Estimation); automatyczna klasyfikacji badań tomograficznych w podziale na

obszary ciała; analiza informacji nie-obrazowej w połączeniu z informacją obrazową w obszarze analizy badań tomograficznych;

- system komputerowego wspomaganie biopsji piersi: projekt stanowiska pomiarowego z kamerą wideo, kamerą Time-of-Flight, aparat USG i system śledzenia narzędzia; algorytmy detekcji, metody śledzenia igły z wykorzystaniem transformaty Hougha i filtru Gabora; segmentacja guzów piersi (w tym AI); metody analizy deformacji powierzchni skóry na podstawie chmury punktów z kamery ToF; badania pilotażowe na fantomie w zakresie wykorzystania elastografii ultrasonograficznej oraz badania dot. wizualizacji 3D USG;

- badania kliniczne zastosowania peelingu chemicznego (terapia kwasem trójchlorooctowym) na skórze twarzy (kontekst terapii poprawiającej kondycję skóry); stanowisko pomiarowe umożliwiające rejestrację w warunkach kontrolowanych zdjęć (fotograficznych, 3D powierzchniowych modeli twarzy, obrazów USG wysokiej częstotliwości) do weryfikacji skuteczności peelingu wśród kobiet oraz wykorzystania USG wysokiej częstotliwości w zakresie analizy skóry;

- badania mikrotomograficzne w obszarze materiałoznawstwa.

To bogaty, ciekawy dorobek o istotnym znaczeniu dla rozwoju IB, ale co ważniejsze: skutecznie przyczyniający się do realnej poprawy diagnostyki i terapii w uprawianych obszarach ich wspomaganie.

Podsumowanie

Całościowo omówionej powyżej działalności naukowo-badawczej Habilitanta, w tym szczególnie wyróżnione najważniejsze, w teorii i praktyce, jej owoce wchodzące w skład zasadniczego osiągnięcia, oceniam zdecydowanie pozytywnie podkreślając konsekwentną tematycznie i koncepcyjnie aktywność naukowo-badawczą o istotnym wkładzie zarówno poznawczym jak i aplikacyjnym. Działalność ta objęła m.in. liczne kontakty i różne formy współpracy z renomowanymi ośrodkami naukowymi (inżyniersko-medycznymi) w kraju i zagranicą owocując licznymi, wartościowymi i realnie docenionymi efektami (publikacje, przestrzenie interdyscyplinarnej współpracy, kilka solidnie i owocnie zrealizowanych projektów n.b. -wdrożeń komercyjnych zweryfikowanych/potwierdzonych pragmatycznie w szerokiej skali istotnych zastosowań).

Na tej podstawie stwierdzam, że przedstawione, **oryginalne osiągnięcie naukowe** obejmujące:

- a) **cykl powiązanych tematycznie**, omówionych powyżej **dziewięciu artykułów naukowych** opublikowanych w renomowanych, wysoko indeksowanych czasopismach naukowych;
- b) związane z tymi publikacjami, skuteczne i owocne **realizacje czterech projektów badawczych** stanowiące oryginalne osiągnięcie **projektowo-konstrukcyjne**, które przyniosło rozwiązania zweryfikowane **pragmatyczną ich przydatnością** w realiach diagnostyczno-klinicznych, w tym na szeroką skalę,

stanowi całościowo **istotny, wieloaspektowy wkład w koncepcyjny rozwój poznawczy omawianych obszarów dyscypliny Inżynieria Biomedyczna**, ale też w **pragmatykę IB: rozwiązanie konkretnych problemów inżynierskich na użytek medycyny**. W szczególności chciałbym wyróżnić dwa, według mnie najciekawsze elementy osiągnięć:

- **formy i metody fuzji, integracji informacji multimodalnej w istotnych zastosowaniach IB**, przy czym integracja ta obejmuje nie tylko różne strumienia danych/sygnałów, ale też zawarte w nich, istotne treści, które dają znaczący efekt synergii poznawczej;
- **dyskutowana koncepcja rozszerzeń granuli informacyjnej 3D z parametrem gęstości informacji** dot. struktur anatomicznych, która nawiązuje do ciekawych pomysłów wykorzystania atomów

informacji obrazowej – zarówno w obszarze identyfikacji kształtu obserwowanego (geons), jak i rozpoznania treści ukrytej (seons).

Ponadto, jak wspomniano Habilitant posiada stopień doktora – **spełnione są więc w mojej opinii wymagania określone Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571, z późn. zm.)**.

Wniosuję zatem o dopuszczenie Pana dr. **Jana Juszczyka** do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.