



Warszawa, dn. 25 maja 2025

dr hab. inż. Marcin Iwanowski, prof. uczelni
Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny
Instytut Sterowania i Elektroniki Przemysłowej

Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym dr.inż. Roberta Andrzeja Krupińskiego

1 Wprowadzenie

1.1 Podstawa formalna

Podstawą formalną do sporządzenia niniejszej opinii jest pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego, dr hab.inż. Pawła Dworaka, profesora ZUT, z dn. 20 marca 2025 w związku o powołaniu mnie do komisji habilitacyjnej jako recenzenta. Recenzja została wykonana zgodnie z zapisami Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668), rozdział 3, Art. 218 oraz 219 (zwanej dalej Ustawą).

1.2 Sylwetka Habilitanta

Habilitant studiował na Wydziale Elektrycznym Politechniki Szczecińskiej, na którym, w 2002 roku, uzyskał tytuł zawodowy magistra inżyniera. W trakcie studiów Habilitant rozpoczął pracę na macierzystej uczelni na stanowisku asystenta-stażysty. W latach 2002-2006 pracując nadal jako asystent, odbył studia doktoranckie zakończone uzyskaniem w 2006 roku stopnia doktora. Od 2006 do dnia dzisiejszego Habilitant jest zatrudniony na Wydziale Elektrycznym, najpierw Politechniki Szczecińskiej, a po zmianie nazwy uczelni – na Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym, aktualnie w Katedrze Przetwarzania Sygnałów i Inżynierii Multimedialnej. Jest aktywnym naukowcem, działającym nie tylko w obszarze nauki, ale także współpracy z otoczeniem gospodarczym. Realizował wiele prac zleconych na rzecz podmiotów zewnętrznych. Prowadzi intensywną działalność dydaktyczną i popularyzatorską w zakresie nauki. Jest wielokrotnym laureatem nagród Rektora ZUT za osiągnięcia naukowe.

1.3 Opis wniosku

Wniosek habilitacyjny zawiera:

1. pismo przewodnie (właściwy wniosek),
2. dane wnioskodawcy,
3. odpis dyplomu doktorskiego (Politechnika Szczecińska),
4. autoreferat,
5. wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiący znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny,

6. certyfikat uczestnictwa w stażu naukowym na Politechnice Bydgoskiej,
7. pendrive ze wszystkimi wymienionymi dokumentami w wersji elektronicznej oraz, ponadto, artykułami wchodzącymi w skład deklarowanego osiągnięcia wraz z oświadczeniami współautorów.

2 Osiągnięcia naukowe

2.1 Opis osiągnięcia stanowiącego istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej – cyklu publikacji

Zasadniczym osiągnięciem naukowym, zadeklarowanym przez Habilitanta, jest jednotematyczny cykl 13 artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych posiadających współczynnik Impact Factor oraz w materiałach konferencyjnych indeksowanych w bazach Web of Science i Scopus pod tytułem: **Estymacja parametrów uogólnionego rozkładu Gaussa oraz zastosowanie uogólnionego rozkładu Gaussa w przetwarzaniu sygnałów i obrazów**. W skład cyklu wchodzi następujące publikacje.

- H1 R. Krupiński, “Recursive polynomial weighted median filtering” Signal Processing, vol. 90, no. 11, pp. 3004–3013, 2010. doi: 10.1016/j.sigpro.2010.04.026.,
- H2 R. Krupiński, “Modified Moment Method Estimator for the Shape Parameter of Generalized Gaussian Distribution for a Small Sample Size” Computer Information Systems and Industrial Management, ser. Lecture Notes in Computer Science, K. Saeed, R. Chaki, A. Cortesi, S. Wierchoń, Eds., vol. 8104. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013, pp. 420–429, 12th IFIP TC8 International Conference on Computer Information Systems and Industrial Management Applications (CISIM 2013). doi: 10.1007/978-3-642-40925-7_39,
- H3 R. Krupiński, “Approximated fast estimator for the shape parameter of generalized Gaussian distribution for a small sample size” Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences, vol. 63, no. 2, pp. 405–411, Jun. 2015. doi: 10.1515/bpasts-2015-0046,
- H4 R. Krupiński, “Reconstructed quantized coefficients modeled with generalized Gaussian distribution with exponent 1/3” Image Processing & Communications, vol. 21, no. 4, pp. 5–12, 2016,
- H5 R. Krupiński, “Generating Augmented Quaternion Random Variable With Generalized Gaussian Distribution” IEEE Access, vol. 6, pp. 34 608–34 615, 2018. doi: 10.1109/ACCESS.2018.28482023,
- H6 R. Krupiński, Modeling Quantized Coefficients with Generalized Gaussian Distribution with Exponent $1/m$, $m = 2, 3, \dots$, ser. Advances in Intelligent Systems and Computing. Cham: Springer International Publishing, 2018, vol. 659, pp. 228–237, 5th International Conference on Man–Machine Interactions (ICMMI 2017). doi: 10.1007/978-3-319-67792-7_23 MNiSW 2018=15 pkt.,
- H7 R. Krupiński, P. Lech, M. Teclaw, K. Okarma, “Binarization of Degraded Document Images with Generalized Gaussian Distribution” Computational Science – ICCS 2019, ser. Lecture

Notes in Computer Science, J. M. F. Rodrigues, P. J. S. Cardoso, J. Monteiro, R. Lam, V. V. Krzhizhanovskaya, M. H. Lees, J. J. Dongarra, P. M. Sloot, Eds., vol. 11540. Cham: Springer International Publishing, 2019, pp. 177–190, 19th Annual International Conference on Computational Science (ICCS 2019). doi: 10.1007/978-3-030-22750-0_14, wkład habilitanta wynosił 25%.

- H8 R. Krupiński, P. Lech, K. Okarma, “Improved Two-Step Binarization of Degraded Document Images Based on Gaussian Mixture Model” Computational Science – ICCS 2020, ser. Lecture Notes in Computer Science, V. V. Krzhizhanovskaya, G. Závodszy, M. H. Lees, J. J. Dongarra, P. M. A. Sloot, S. Brissos, J. Teixeira, Eds., vol. 12141. Cham: Springer International Publishing, 2020, pp. 467–480, 20th Annual International Conference on Computational Science (ICCS 2020). doi: 10.1007/978-3-030-50426-7_35, wkład habilitanta wynosił 33,33%.
- H9 R. Krupiński, E. Kornatowski, “The Use of Generalized Gaussian Distribution in Vibroacoustic Detection of Power Transformer Core Damage” Energies, vol. 13, no. 10, May 2020. doi: 10.3390/en13102525. URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/10/2525>, wkład habilitanta wynosił 50%.
- H10 H. Michalak, R. Krupiński, P. Lech, K. Okarma, “Preprocessing of Document Images Based on the GGD and GMM for Binarization of Degraded Ancient Papyri Images” Progress in Image Processing, Pattern Recognition and Communication Systems, ser. Lecture Notes in Networks and Systems, M. Choraś, R. S. Choraś, M. Kurzyński, P. Trajdos, J. Pejaś, T. Hyla, Eds., vol. 255. Cham: Springer International Publishing, 2022, pp. 116–124, international Conference on Computer Recognition Systems (CORES 2021), International Conference on Image Processing and Communications (IP&C 2021), International Multi-Conference on Advanced Computer Systems (ACS 2021). doi: 10.1007/978-3-030-81523-3_11, wkład habilitanta wynosił 25%.
- H11 R. Krupiński, “Generalized Gaussian Distribution with Augmented Pure Quaternion Random Variable” 2023 27th International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics (MMAR), Międzyzdroje, Poland, Aug 2023, pp. 45–50. doi: 10.1109/MMAR58394.2023.10242425,
- H12 R. Krupiński, E. Kornatowski, “Analysis of the GGD Vibroacoustic Detector of Power Transformer Core Damage” IEEE Access, vol. 12, pp. 45 752–45 761, 2024. doi: 10.1109/ACCESS.2024.3382114, wkład habilitanta wynosił 50%.
- H13 R. Krupiński, T. Marciniak, O. O. Oyerinde, “Maximum Likelihood Estimators of Generalized Gaussian Distribution With an H-Proper Quaternion Random Variable” IEEE Access, vol. 12, pp. 72 445–72 457, 2024. doi: 10.1109/ACCESS.2024.3403892, wkład habilitanta wynosił 33,33%.

Siedem, spośród powyższych artykułów, to publikacje w recenzowanych czasopismach naukowych: Signal Processing (2010), Bulletin of the Polish Academy of Sciences (2015), Image Processing & Communications (2016), IEEE Access (2018, 2024 × 2), Energies (2020). Największy współczynnik wpływu IF=4,098 ma czasopismo IEEE Access. Sześć prac zawartych w cyklu posiada IF mieszczący się w przedziale od 1,087 do 4,098. Łączny IF cyklu publikacji wynosi 16,362. Sumaryczny IF cyklu publikacji naukowych według listy Journal Citation Reports (JCR) zgodnie

z rokiem publikacji i z uwzględnieniem wkładu autorów wynosi 10,893, natomiast sumaryczna punktacja ministerialna czasopism, w których zostały opublikowane prace do 2018 roku wynosi 111, w latach od 2019 do 2023 wynosi 460, a od roku 2024 wynosi 200. Sumaryczna liczba punktów dorobku cyklu według MNiSW 5(MEiN) zgodnie z rokiem publikacji i z uwzględnieniem wkładu autorów do 2018 roku wynosi 111, w latach od 2019 do 2023 wynosi 176,67, a od roku 2024 wynosi 83,33.

Pozostałe sześć pozycji zostało opublikowanych w recenzowanych materiałach konferencji międzynarodowych: Lecture Notes in Computer Science (IFIP International Conference on Computer Information Systems and Industrial Management, CISIM 2013; International Conference on Computational Science, ICCS 2019; ICCS 2020), Advances in Intelligent Systems and Computing (International Conference on Man-Machine Interactions, ICMMI 2017), Lecture Notes in Networks and Systems (International Multi-Conference on Advanced Computer Systems, 2021) i International Conference on Methods & Models in Automation & Robotics (MMAR, 2023).

Siedem prac jest samodzielnych, a pozostałe prace są wieloautorskie, przy czym maksymalna liczba autorów wynosiła 4. We przypadku 12 prac Habilitant jest pierwszym bądź jedynym autorem.

2.2 Omówienie i ocena osiągnięcia naukowego – cyklu publikacji

Zasadniczym osiągnięciem naukowym deklarowanym przez Habilitanta jest cykl powiązanych ze sobą publikacji, co spełnia wymagania art. 219 pkt. 2 Ustawy. Lista artykułów oraz ich parametry bibliometryczne zostały przedstawione w poprzednim punkcie recenzji.

Prowadzone badania dotyczyły ważnego zagadnienia z zakresu dyscypliny naukowej automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne, a w szczególności modelowania i przetwarzania sygnałów. Wszystkie wskazane przez Habilitanta prace mieszczą się w określonym obszarze tematycznym dotyczącym estymacji parametrów uogólnionego rozkładu Gaussa oraz wykorzystaniu tego rozkładu w przetwarzaniu sygnałów i obrazów. Osiągnięte wyniki otwierają nowe obszary badań oraz dostarczają przydatnych narzędzi do statystycznego przetwarzania sygnałów i obrazów. W ramach szerzej ujętego tematu odwzorowanego w tytule cyklu, można wyróżnić pięć wątków tematycznych szczegółowych, z których część ma charakter w większym stopniu teoretyczny, inna zaś część – praktyczny. Wątki tworzą spójny ciąg tematyczny. W każdym z nich Habilitant wykazał inwencję i sprawność w rozwiązywaniu problemów naukowych. Poszczególne wątki zostaną omówione w kolejnych punktach.

2.2.1 Metody estymacji parametrów uogólnionego rozkładu Gaussa

Pierwszy wątek dotyczy estymacji parametrów uogólnionego rozkładu Gaussa (GGD – generalized Gaussian distribution). W pracy [H2] podjęto problem estymacji w przypadku niewielkiej liczebności próby, skutkującej wysoką wariancją. Rozwiązanie problemu polegało na modyfikacji metody momentów estymacji parametru kształtu rozkładu. Momenty wyższych rzędów zostały rozwinięte w ciągi, a następnie zmodyfikowano metodę momentów poprzez podstawienie ograniczonej liczby składników ciągu. Zabieg ten pozwolił na poprawę zbieżności nieliniowego równania do rozwiązania, a także został zmniejszony względny błąd średniokwadratowy dla małych prób w stosunku do metody momentów bez modyfikacji.

Dalsze badania, których efektem jest praca [H3] dotyczyły optymalizacji efektywności obliczeniowej estymatora. W pracy zaproponowano nową, szybką metodę aproksymowaną opartą na

momentach znormalizowanych. Metoda ta nie wymaga konieczności stosowania numerycznego poszukiwania rozwiązania równania nieliniowego, przeszukiwania tablicy wartości ani podejścia wieloetapowego, dlatego nadaje się do przetwarzania danych w czasie rzeczywistym. Estymator ten nie tylko posiada mniejszą wariancję dla rozpatrywanego przedziału parametru kształtu p , ale także ma mniejszy nakład obliczeń wymagany do wyznaczenia tego parametru.

Kolejne badania w ramach tego wątku były związane z zagadnieniami doboru wartości parametru p modelu GGC. W [H4] zaproponowano model dla $p = 1/3$, który pozwala modelować sygnały o jeszcze bardziej impulsowym rozkładzie. Ograniczając się do szczególnych przypadków rozkładu GGD, można wyznaczyć równania w postaci jawnej i uprościć analizę sygnałów. Przyjmując sygnał źródłowy o rozkładzie GGD z parametrem kształtu $p = 1/3$ także wyznaczono równania rekonstrukcji względem środka ciężkości w postaci jawnej. Wyprowadzono metodę największej wiarygodności, która wymaga oszacowania tylko jednego parametru. Dzięki wprowadzeniu nowego przypadku szczególnego GGD dla $p = 1/3$, możliwe stało się wprowadzenie równań w postaci jawnej oraz zmniejszyła się liczba wymaganych parametrów do estymacji w celu wyznaczenia rozkładu. Wybór takiego modelu pozwala na uproszczenie obliczeń.

W dalszych pracach badawczych nad analizą sygnałów o rozkładzie GGD dla $p < 1$, zaproponowano klasę modeli dla parametrów kształtu $p = 1/m$, $m = 2, 3, \dots$, dzięki którym uzyskano możliwość modelowania sygnału o jeszcze bardziej impulsowym rozkładzie [H6]. Ograniczając się do szczególnych przypadków rozkładu GGD, można wyznaczyć równania w postaci jawnej i uprościć analizę sygnałów. Przyjmując sygnał źródłowy o rozkładzie GGD z parametrem kształtu $p = 1/m$, można otrzymać równania rekonstrukcji względem środka ciężkości przedziału w postaci jawnej, ze zredukowanym zestawem parametrów koniecznych do oszacowania.

Istotą prowadzonych przez Habilitanta badań było opracowanie nowych metod estymacji parametru kształtu uogólnionego rozkładu Gaussa [H2, H3]. Ponadto, celem prac badawczych było opracowanie nowych metod estymacji parametrów rozkładów będących szczególnymi przypadkami uogólnionego rozkładu Gaussa [H4, H6]. Do osiągnięć Habilitanta w tym wątku prac zaliczyć można:

1. Opracowanie estymatora parametru kształtu rozkładu GGD dla małej liczebności próby, będący modyfikacją metody momentów, gdzie przez dobór rzędów momentów i rozwinięcia w szereg można poprawić zbieżność metody dla małych prób, a także zmniejszyć względny błąd średniokwadratowy [H2].
2. Opracowanie aproksymowanego szybkiego estymatora parametru kształtu uogólnionego rozkładu Gaussa dla małej liczebności próby, bez konieczności korzystania z obszernej tabeli z wartościami, numerycznego poszukiwania rozwiązania równania nieliniowego [H3].
3. Opracowanie przypadku szczególnego rozkładu GGD z parametrem kształtu $p = 1/3$ w celu ułatwienia analizy sygnałów o rozkładzie impulsowym wraz z propozycją funkcji gęstości prawdopodobieństwa i dystrybucyj dla zmiennej losowej ciągłej oraz estymatora największej wiarygodności dla tego rozkładu. Opracowanie rozkładu prawdopodobieństwa dla zmiennej losowej dyskretnej oraz estymator największej wiarygodności dla tego rozkładu, który wymaga estymacji tylko jednego parametru λ . Wyznaczenie równania rekonstrukcji skwantowanych współczynników względem środka ciężkości w postaci jawnej dla modelu GGD $p = 1/3$ [H4].
4. Opracowanie podklasy przypadków szczególnych $p = 1/m$, $m = 2, 3, \dots$ rozkładu GGD w

celu ułatwienia analizy sygnałów o rozkładzie impulsowym wraz z funkcją gęstości prawdopodobieństwa i dystrybucją dla zmiennej losowej ciągłej oraz estymatorem największej wiarygodności dla tej podklasy rozkładów. Propozycja rozkładu prawdopodobieństwa dla zmiennej losowej dyskretnej oraz estymator największej wiarygodności dla tej podklasy rozkładów, który wymaga estymacji tylko jednego parametru λ . Wyznaczenie równania rekonstrukcji skwantowanych współczynników względem środka ciężkości w postaci jawnej dla modelu GGD $p = 1/m$ [H6].

2.2.2 Uogólniony rozkład Gaussa ze zmienną losową kwaternionu rozszerzonego

Kolejny wątek wiąże się z badaniami w zakresie wykorzystania kwaternionu w uogólnionym rozkładzie Gaussa (QGGD). W pracy [H5] została wprowadzona alternatywna postać funkcji gęstości prawdopodobieństwa uogólnionego rozkładu Gaussa dla zmiennej losowej przyjmującej wartości kwaternionu rozszerzonego. Ponadto została, dla tego rozkładu, zdefiniowana procedura generowania zmiennych losowych o wartościach kwaternionów rozszerzonych. Symulacje wymagają odpowiednich konfigurowalnych generatorów do oceny wydajności estymatorów, a QGGD może być elastycznym i odpowiednim narzędziem do modelowania i symulacji danych. Statystyczne różnicowanie sygnału wektorowo-kwaternionowego przy użyciu parametru kształtu i rozszerzonej macierzy kowariancji kwaternionów może być modelowane za pomocą QGGD. Dodatkowo, podano alternatywną funkcję gęstości prawdopodobieństwa trójwymiarowego, uogólnionego rozkładu Gaussa (3D GGD) sparametryzowaną przez parametr kształtu p i macierz kowariancji C poprzez zmianę jej zapisu i zapewniając normalizację momentu drugiego rzędu [H5].

W kolejnym artykule [H11] wprowadzono uogólniony rozkład Gaussa zmiennej losowej kwaternionu czystego rozszerzonego. Dla zmiennej losowej w postaci kwaternionu czystego rozszerzonego wprowadzono odmienną reprezentację QGGD. Wprowadzony rozkład QGGD pozwala na modelowanie i symulację danych. Analizowane procesy losowe można parametryzować za pomocą macierzy kowariancji kwaternionu czystego rozszerzonego i parametru kształtu p . Dodatkowo podano procedurę dla generatora zmiennej losowej kwaternionu czystego rozszerzonego o rozkładzie GGD. Pozwala to na tworzenie procesów losowych o zadanych parametrach.

W pracy [H13] wprowadzony został rozkład GGD dla zmiennej losowej rozszerzonego kwaternionu bazujący na GGD dla zmiennej losowej z czterema komponentami. Do jego realizacji wykorzystano czterowymiarowy rozkład GGD ze zmienną losową składającą się z czterech komponentów, co odpowiada czterem składnikom pełnego kwaternionu. Następnie rozkład QGGD został podany dla zmiennej losowej kwaternionu H-właściwego. Dla tego rozkładu podane zostały metody estymacji parametrów z wykorzystaniem metody największej wiarygodności.

Własne osiągnięcia Habilitanta w tym wątku obejmują:

1. Opracowanie alternatywnej postaci znormalizowanej funkcji gęstości prawdopodobieństwa 3D GGD zapewniającej normalizację momentu drugiego rzędu [H5].
2. Opracowanie alternatywnej postaci znormalizowanej funkcji gęstości prawdopodobieństwa 3D GGD z generowaniem punktów równomiernie rozmieszczonych na sferze zapewniającej normalizację momentu drugiego rzędu [H5].
3. Opracowanie alternatywnej postaci funkcji gęstości prawdopodobieństwa uogólnionego rozkładu Gaussa dla zmiennej losowej przyjmującej wartości kwaternionu rozszerzonego QGGD [H5].

4. Opracowanie procedury generowania zmiennej losowej o wartościach kwaternionu rozszerzonego o rozkładzie QGGD [H5].
5. Opracowanie postaci funkcji gęstości prawdopodobieństwa uogólnionego rozkładu Gaussa dla zmiennej losowej przyjmującej wartości kwaternionu czystego rozszerzonego QGGD [H11].
6. Opracowanie procedury generowania zmiennej losowej o wartościach kwaternionu czystego rozszerzonego o rozkładzie QGGD [H11].
7. Opracowanie alternatywnej postaci funkcji gęstości prawdopodobieństwa uogólnionego rozkładu Gaussa dla zmiennej losowej przyjmującej wartości kwaternionu pełnego rozszerzonego QGGD [H13].
8. Opracowanie postaci funkcji gęstości prawdopodobieństwa uogólnionego rozkładu Gaussa dla zmiennej losowej przyjmującej wartości kwaternionu H-właściwego QGGD [H13].
9. Opracowanie estymatorów największej wiarygodności uogólnionego rozkładu Gaussa dla zmiennej losowej przyjmującej wartości kwaternionu H-właściwego [H13].

W badaniach skupiono się również na opracowaniu metody generowania zmiennej losowej kwaternionu rozszerzonego o uogólnionym rozkładzie Gaussa [H5, H11] oraz estymacji parametrów uogólnionego rozkładu Gaussa dla zmiennej losowej kwaternionu H-właściwego [H13].

2.2.3 Zastosowanie uogólnionego rozkładu Gaussa do detekcji wad konstrukcji

Następny wątek badań był związany z zagadnieniami aplikacyjnymi metod będących przedmiotem rozważań Habilitanta. W ramach prac zrealizowano detektor wad konstrukcji mechanicznej rdzenia transformatora energetycznego bazujący na uogólnionym rozkładzie Gaussa [H9]. Zaprojektowano także model statystyczny, którego parametry uzyskuje się korzystając z dowolnych istniejących narzędzi estymacji parametrów otrzymanego modelu, w tym przypadku estymatorów parametrów uogólnionego rozkładu Gaussa.

W dalszych badaniach związanych z detektorem GGD uszkodzeń rdzenia transformatora mocy wyznaczono sposób zredukowania wariancji na wyjściu detektora oraz zaprojektowano procedurę mającą na celu przyspieszenie detekcji [H12]. W części eksperymentalnej, w celu analizy działania algorytmu, określono wpływ liczebności próby losowej na wariancję wyniku detektora. Podobnie jak w poprzedniej pracy [H9], zbadano dziesięć różnych normalnie działających transformatorów, uszkodzony oraz idealny. Dla dwunastu transformatorów wyznaczono względne zmiany mocy drgań, wygenerowano odpowiadające im próbki losowe i do każdej sekwencji próbek losowych zastosowano metodę automatycznego wyznaczania parametrów p i λ , uzyskując zadowalające wyniki.

Oba artykuły [H9,H12] w tym wątku są dwuautorskie, przy czym habilitant w obu przypadkach jest wymieniony jako pierwszy autor.

Podsumowując, do osiągnięć Habilitanta w omawianym wątku zaliczyć można:

1. Opracowanie statystycznego modelu detektora obiektywnej metody detekcji wad konstrukcji mechanicznej rdzenia transformatora energetycznego bazującej na uogólnionym rozkładzie Gaussa [H9].
2. Opracowanie procedury zmniejszenia wariancji wartości wyjściowych detektora uszkodzeń rdzenia transformatora mocy oraz przyspieszenia procedury wyznaczania wartości wyjściowych tego detektora [H12].

3. Opracowanie procedury wyznaczania obszaru obejmującego punkty prawidłowo działających transformatorów, uwzględniając odchylenie standardowe oszacowanych wartości λ i p , który wyraźnie oddziela się od obszaru uszkodzonego transformatora [H12].

2.2.4 Zastosowania uogólnionego rozkładu Gaussa do binaryzacji obrazu

Drugi wątek tematyczny o charakterze aplikacyjnym to zastosowanie GGD do binaryzacji obrazu [H7,H8,H10]. We wszystkich trzech, należących do tego wątku, pracach wieloautorskich Habilitant był twórcą wykorzystywanego modelu bazującego na uogólnionym rozkładzie Gaussa (ang. generalized Gaussian distribution, GGD), stworzył niezbędne oprogramowanie, wykonał badania dla tego modelu, a także opracował ich wyniki.

W badaniach metod binaryzacji dokumentów cyfrowych, w związku z obserwacją występowania większej liczby modów w histogramie analizowanych obrazów, Habilitant zaproponował wykorzystanie modelu mieszaniny Gaussa (GMM), wykonał badania dla tego modelu, a także przygotował wstępne zestawy progów do binaryzacji dla wszystkich rozpatrywanych obrazów dokumentów cyfrowych; zestawy te zostały poddane analizie przez pozostałych współautorów, [H10] modele z prac [H7, H8] zaproponował zastosować do innego rodzaju zdjęć dokumentów cyfrowych, dostosował modele bazujące na GMM i GGD, wykonał badania dla tych modeli, a także przygotował wstępne zestawy progów do binaryzacji dla wszystkich rozpatrywanych obrazów dokumentów cyfrowych. Zestawy te zostały poddane analizie przez pozostałych współautorów.

Osiągnięciem Habilitanta w omawianym wątku jest opracowanie modeli bazujących na GGD i GMM do wstępnego wyznaczania zestawów progów wykorzystywanych w binaryzacji zdjęć dokumentów cyfrowych, szczególnie zdegradowanych dokumentów historycznych [H7, H8, H10].

2.2.5 Metody filtracji obrazów zakłóconych szumem o uogólnionym rozkładzie Gaussa

Jako odrębny, choć, bez wątplenia, mieszczący się w tematyce cyklu publikacji, wątek należy potraktować opracowanie nieliniowych metod filtracji obrazów dostosowanych do usuwania szumu zgodnym z rozkładem GGD.

Podczas prac badawczych została wprowadzona nowa klasa filtrów cyfrowych [H1]: rekursywne filtry wielomianowe medianowe ważone (ang. recursive polynomial weighted median, RPWM). Wprowadzona technika filtracji została oparta o filtrację wielomianową, rekursywną filtrację wielomianową, filtrację medianową ważoną (ang. weighted median, WM) i filtrację wielomianową medianową ważoną (ang. polynomial weighted median, PWM). Szczególny przypadek filtrów RPWM drugiego rzędu został poddany dokładnej analizie. Zostały również wprowadzone równania definiujące filtr adaptacyjny z aktualizacją wag filtru, a także wzory dla adaptacji wag filtru dla przypadku nieujemnych całkowitych wag składowych filtrów medianowych ważonych. Nowa klasa filtrów RPWM [H1] aproksymuje nieznany system nieliniowy z większą dokładnością, przy szybszym przebiegu procesu uczenia w celu wyznaczenia wag niż dla filtrów PWM. Filtry RPWM także, w określonych przypadkach, są bardziej odporne na addytywny szum o rozkładzie GGD niż filtry PWM i filtry wielomianowe.

Do osiągnięć habilitanta w omawianym wątku zaliczyć należy:

1. Opracowanie metody rekursywnej filtracji wielomianowej medianowej ważonej (RPWM), która w przypadku odpowiedniego doboru wag filtru pozwala w zdecydowanie lepszym stopniu odtwarzać odpowiedź modelu przy zaburzeniu sygnału wejściowego sygnałem o ogólnym rozkładzie Gaussa, w stosunku do podobnych istniejących modeli [H1].

2. Opracowanie algorytmu adaptacyjnej aktualizacji wag rekursywnego filtra wielomianowego medianowego ważonego (RPWM) [H1].

2.3 Inne osiągnięcia naukowe

Oprócz powyższego osiągnięcia zasadniczego, także i nieuwzględnione w jego ramach inne aktywności Habilitanta dowodzą Jego znaczącej aktywności naukowej i wdrożeniowej, wnosząc tym samym istotny wkład w dyscyplinę AEEiTK. Zaliczają się do nich:

1. inne, niewchodzące w skład ww. cyklu, publikacje naukowe, w tym
 - (a) rozdziały w monografiach naukowych: 3 publikacje, wszystkie po uzyskaniu stopnia doktora,
 - (b) artykuły w czasopismach naukowych: 8 przed i 12 po uzyskaniu stopnia doktora,
2. wystąpienia na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych: 1 przed i 5 po uzyskaniu stopnia doktora,
3. staże odbyte w krajowych i zagranicznych instytucjach naukowych: przed doktoratem Stypendium Marie Curie w Aalborg University (1.03.2004 – 30.08.2004) oraz po doktoracie na Wydziale Telekomunikacji, Informatyki i Elektrotechniki Politechniki Bydgoskiej (1.07.2023 – 31.06.2023)
4. recenzje artykułów naukowych, w tym dla czasopism międzynarodowych, 4 recenzje,
5. uczestnictwo w międzynarodowych programach naukowych, 2 programy przed doktoratem i 9 po uzyskaniu stopnia doktora.

Habilitant prowadził także intensywną aktywność także w obszarze współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym. Specjalizował się w zagadnieniach oprogramowania systemów audio-video oraz grafiki komputerowej. W latach 2003-2023 zrealizował i wdrożył ok. 50 systemów i komponentów systemów oraz pakietów oprogramowania w obu tych branżach.

Podsumowując, pozostałe osiągnięcia są liczne, zróżnicowane, pokazujące szerokie kompetencje nie tylko w zakresie tematycznym ściśle związanym z pracą naukową, ale także w innych obszarach nauki i techniki. Ich całościowa ocena jest pozytywna.

2.4 Bibliometria

Dane bibliometryczne wskazują na rozpoznawalność Habilitanta w środowisku naukowym dyscypliny AEEiTK. Ogólna liczba cytowań wynosi 130 wg. bazy WoS, 169 wg. bazy Scopus oraz 293 wg. Google Scholar. Wartość indeksu Hirsha wynosi, odpowiednio, 6,7 oraz 9. Sumaryczna liczba punktów wg. punktacji MNiSW wynosi, do roku 2018: 183,3, w tym 161,8 po doktoracie, w latach 2019-2023: 246,67, zaś w po roku 2024: 83,33.

3 Osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne i popularyzatorskie

Habilitant jest aktywny w zakresie działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej. Prowadził zajęcia z 21 przedmiotów na Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym. Był

koordynatorem kursów realizowanych z partnerami przemysłowymi. Był promotorem 65 prac magisterskich i inżynierskich, z czego dwie prace zostały nagrodzone w konkurach wydziałowych. Był recenzentem 22 prac dyplomowych. Brał aktywny udział w przedsięwzięciach popularyzatorskich takich jak "Noc Naukowców", "Festiwal nauki", "Wiosna Nowych Technologii". Wielokrotnie prowadził otwarte wykłady dla różnego rodzaju audytoriów. Pełnił także wielokrotnie funkcję opiekuna praktyk i projektów studenckich.

4 Ocena końcowa

Przedstawione przez Habilitanta osiągnięcia naukowe uzyskane w trakcie Jego dotychczasowej działalności naukowej spełniają warunki określone w art. 219 Ustawy: Habilitant posiada tytuł doktora (art. 219 pkt. 1) oraz wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni - poza macierzystym Zachodniopomorskim Uniwersytetem Technologicznym także na Politechnice Bydgoskiej (art. 219 pkt. 3).

Uważam, że Habilitant posiada w swoim dorobku osiągnięcia naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne. Do osiągnięć tych zaliczyć można zarówno cykl powiązanych ze sobą publikacji (art. 219 pkt. 2) zatytułowany "Estymacja parametrów uogólnionego rozkładu Gaussa oraz zastosowanie uogólnionego rozkładu Gaussa w przetwarzaniu sygnałów i obrazów", jak i pozostałe Jego osiągnięcia.

Całościowa ocena osiągnięcia w postaci cyklu publikacji jest zatem pozytywna. Dokumentują one spójny tematycznie ciąg prac badawczych dotyczących uogólnionego rozkładu Gaussa. Prace te z jednej strony posiadają wspólny mianownik w postaci ww. rozkładu, z drugiej jednak są wewnątrznie zróżnicowane. Można je pogrupować w pięć wątków tematycznych. Są wśród nich zarówno wątki o charakterze teoretycznym, jak i praktycznym. Daje to w efekcie bardzo wartościową kompozycję potwierdzającą wysokie kompetencje Habilitanta w wybranym przez Niego obszarze badawczym.

Także pozostałe osiągnięcia należy ocenić pozytywnie. Są one udokumentowane 26 artykułami naukowymi, nieujętych w ww. cyklu, wystąpieniami konferencyjnymi, uczestnictwem w międzynarodowych programach naukowych, wysokim poziomem aktywności w zakresie współpracy z otoczeniem przemysłowym oraz działalnością w zakresie popularyzacji nauki.

W związku z faktem spełnienia wymaganych warunków wnioskuję o dopuszczenie pana dr.inż. Roberta Andrzeja Krupińskiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego przewidzianych odnośnymi przepisami.