

dr hab. inż. Maciej Antczak
Instytut Informatyki,
Politechnika Poznańska,
ul. Piotrowo 2,
60-965, Poznań.

RECENZJA

dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego Pana dr. Krzysztofa Gajowniczka w związku z postępowaniem habilitacyjnym.

Podstawą opracowania recenzji jest zlecenie nr BA3-0005-6/21 Rady Naukowej Instytutu Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk reprezentowanego przez prof. dr. hab. inż. Józefa Korbicza, jako wynik wskazania Rady Doskonałości Naukowej mojej osoby w roli recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr. Krzysztofa Gajowniczka. Podstawą prawną oceny osiągnięć naukowych Kandydata ubiegającego się o stopień doktora habilitowanego jest art. 221 ust. 8 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tj. Dz.U. z 2021 poz. 478), a w zakresie kryteriów branych pod uwagę przy tej ocenie – art. 219 ust. 1 pkt. 2 wspomnianej ustawy.

Podstawą do opracowania recenzji jest dokumentacja i kopie prac przedłożone przez dra K. Gajowniczka, na którą składają się: wniosek o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk inżyniersko-technicznych w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja, kopia dyplomu uzyskania stopnia doktora, autoreferat z opisem kariery zawodowej i istotnej aktywności naukowej, wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny, kopie publikacji naukowych wraz z poświadczeniami współautorów, oraz dane osobowe Habilitanta. Dokumentację i materiały dotyczące przedmiotowego postępowania habilitacyjnego otrzymałem 5 maja 2022 roku.

1. Charakterystyka sylwetki Habilitanta.

Dr Krzysztof Gajowniczek ukończył studia na Wydziale Zastosowań Informatyki i Matematyki na kierunku Informatyka i Ekonometria w 2012 roku uzyskując tytuł magistra. Na podstawie złożonej pracy doktorskiej pt.: „Prognozowanie zapotrzebowania na energię elektryczną z wykorzystaniem inteligentnych systemów pomiarowych” Rada Naukowa Instytutu Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk w 2016 r. nadała mu stopień doktora nauk technicznych, w dyscyplinie informatyka. Rozprawa ta została wyróżniona w 2017 r. w konkursie na najlepszą pracę doktorską przez Polskie Towarzystwo Fizyczne.

Aktywność zawodowa Habilitanta związana jest nierozdzielnie ze Szkołą Główną Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. W latach 2012-2019, dr K. Gajowniczek był zatrudniony w Katedrze Informatyki na Wydziale Zastosowań Informatyki i Matematyki w roli doktoranta/asystenta. Następnie w 2016 r., awansował na stanowisko adiunkta. Obecnie pracuje w Katedrze Sztucznej Inteligencji w Instytucie Informatyki Technicznej również na stanowisku adiunkta.

Analiza materiałów przygotowanych przez Habilitanta potwierdza jego wysoką aktywność we wszystkich istotnych rodzajach działalności pracownika naukowo-dydaktycznego uczelni technicznej: naukowo-badawczej, dydaktycznej i aplikacyjno-wdrożeniowej.

2. Ocena osiągnięcia naukowego.

Przedmiotem oceny jest osiągnięcie naukowe pt.: „Opracowanie niestandardowych funkcji błędu, niejednorodności i regularyzacji dla algorytmów uczenia maszynowego”. Na osiągnięcie naukowe składa się cykl ośmiu powiązanych tematycznie publikacji wymienionych poniżej:

[1] Gajowniczek K., Ząbkowski T. (2021) ImbTreeEntropy: An R Package for Building Entropy-based Classification Trees on Imbalanced Datasets, *SoftwareX*, 16, art. 100841. (MEiN: 200 pkt., IF: 1,959, liczba cytowań w WoS: 0).

[2] Gajowniczek K., Ząbkowski T. (2021) ImbTreeAUC: An R Package for Building Classification Trees Using the Area Under the ROC Curve (AUC) on Imbalanced Datasets, *SoftwareX*, 15, art. 100755. (MEiN: 200 pkt.,

IF: 1,959, liczba cytowań w WoS: 2).

[3] Gajowniczek K., Ząbkowski T. (2021) Interactive Decision Tree Learning and Decision Rules Extraction Based on the *ImbTreeEntropy* and *ImbTreeAUC* Packages, *Processes*, 9(7), art. 1107. (MEiN: 70 pkt., IF: 2,847, liczba cytowań w WoS: 4).

[4] Nafkha R., Ząbkowski T., Gajowniczek K. (2021) Deep Learning-Based Approaches to Optimize the Electricity Contract Capacity Problem for Commercial Customers, *Energies*, 14(8), art. 2181. (MEiN: 140 pkt., IF: 3,004, liczba cytowań w WoS: 1).

[5] Gajowniczek K., Ząbkowski T. (2021) *ImbTreeEntropy* and *ImbTreeAUC*: Novel R Packages for Decision Tree Learning on the Imbalanced Datasets, *Electronics*, 10(6), art. 657. (MEiN: 100 pkt., IF: 2,397, liczba cytowań w WoS: 3).

[6] Gajowniczek K., Ząbkowski T. (2020) Generalized Entropy Loss Function in Neural Network: Variable's Importance and Sensitivity Analysis, L. Iliadis et al. (Eds.): *EANN 2020*, INNS 2, str. 535–545. (MEiN: 20 pkt., IF: brak, liczba cytowań w WoS: brak).

[7] Gajowniczek K., Liang Y., Friedman T., Ząbkowski T., Van den Broeck G. (2020) Semantic and Generalized Entropy Loss Functions for Semi-Supervised Deep Learning, *Entropy*, 22(3), art. 334. (MEiN: 100 pkt., IF: 2,524, liczba cytowań w WoS: 3).

[8] Gajowniczek K., Orłowski A., Ząbkowski T. (2018) Simulation Study on the Application of the Generalized Entropy Concept in Artificial Neural Networks, *Entropy*, 20(4), art. 249. (MEiN: 30 pkt., IF: 2,419, liczba cytowań w WoS: 11).

Osiągnięcie naukowe, które jest przedmiotem oceny obejmuje siedem artykułów opublikowanych w międzynarodowych czasopismach naukowych posiadających *Impact Factor* (*SoftwareX*: 2, *Processes*: 1, *Energies*: 1, *Electronics*: 1, *Entropy*: 2) oraz jeden artykuł opublikowany w materiałach pokonferencyjnych międzynarodowej konferencji naukowej *International Conference on Engineering Applications of Neural Networks*. Wszystkie prace opublikowane w latach 2018-2021 są tematycznie ugruntowane w głównym nurcie prezentowanego osiągnięcia naukowego.

Podejmowane przez Habilitanta problemy naukowe i techniczne mieszczą się w zakresie uczenia maszynowego, a zatem należą do dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja, specjalność: sztuczna inteligencja.

W pracach [1-8], Habilitant omawia nowe rozwiązania wspierające procesy decyzyjne w zastosowaniach inżynierskich i przemysłowych poprzez konstruowanie, udoskonalanie i aplikowanie technik sztucznej inteligencji, ze szczególnym uwzględnieniem drzew decyzyjnych i głębokich sieci neuronowych. Sukces systemów tego typu w znacznej mierze zależy od trafnego uwzględnienia wiedzy dziedzinowej pochodzącej często z bardzo odległych obszarów. Opracowując rozwiązania wchodzące w skład osiągnięcia naukowego dr K. Gajowniczek przywiązywał baczna uwagę do właściwego zaadresowania następujących wyzwań: (1) jakość i zbilansowanie danych uczących, (2) jakość uzyskiwanych rezultatów i poziom generalizacji wiedzy, (3) interpretowalność procesu wnioskowania, oraz (4) interaktywność i przyjazność użytkowania aplikacji.

Opracowane rozwiązania i uzyskane rezultaty wchodzące w skład osiągnięcia naukowego można podzielić na trzy niezależne grupy:

- Nowe algorytmy (*ImbTreeEntropy*, *ImbTreeAUC*) podziału węzła decyzyjnego, bazujące na rodzinie uogólnionych entropii oraz na mierze AUC, dla określonego atrybutu w drzewach klasyfikacyjnych [1-3,5].
- Nowa architektura głębokich sieci neuronowych (DNN) umożliwiająca jednoczesne przewidywanie wielu wartości sygnału, z których następnie wybierana jest jedna wartość w oparciu o funkcję poddawaną procesowi minimalizacji [4].
- Niestandardowe funkcje błędu i regularyzacji, bazujące na rodzinie uogólnionych entropii, dla sztucznych sieci neuronowych [6-8].

Drzewa decyzyjne są z powodzeniem stosowane w wielu różnych zastosowaniach np. podczas rozwiązywania problemów klasyfikacji. Ich popularność wynika z szeregu podstawowych własności, a mianowicie (1) nie wprowadzają ograniczeń na typy rozpatrywanych atrybutów, (2) ich struktura jest intuicyjna, a więc łatwa w interpretacji, oraz (3) istotność atrybutu odgrywa kluczowe znaczenie. Z drugiej strony

zachłanny charakter podziału powoduje, że każda decyzja jest zawsze podejmowana jedynie na podstawie bieżącego węzła. Co więcej, gdy dodatkowo występuje jeszcze niezrównoważenie klas to prognozowanie klasy mniejszościowej staje się jeszcze mniej prawdopodobne.

Habilitant w pracach [1-2,5] zaproponował nowe algorytmy drzew decyzyjnych (*ImbTreeEntropy* i *ImbTreeAUC*) dedykowane problemowi klasyfikacji zakładając niezrównoważone zbiory danych uczących. Pierwszy algorytm udostępnia niestandardowe miary niejednorodności węzłów decyzyjnych opierające się na uogólnionych entropiach Rényi, Tsallis, Sharma-Mittal, Sharma-Taneja i Kapur. Drugi algorytm stosuje miarę AUC podczas podziału węzła dla określonego atrybutu. Warto podkreślić, że implementacje obu algorytmów, w języku R, zostały udostępnione społeczności naukowej w postaci projektów typu *open-source* na GitHubie. Opracowane metody zostały poddane procesowi ewaluacji w kontekście innych konkurencyjnych rozwiązań, dostępnych w języku R, na szerokim spektrum zestawów danych pozyskanych z repozytorium UCI Machine Learning. Ich jakość nie odbiega znacząco od innych konkurencyjnych rozwiązań niosąc ze sobą jednocześnie niższą złożoność strukturalną tworzonych drzew. Co więcej, jakość klasyfikacji zaproponowanych podejść może przewyższyć konkurencję, gdy w zbiorze uczącym rozpatrywane będą więcej niż cztery klasy. W pracy [3], Habilitant rozszerzył możliwości udostępnionych rozwiązań poprzez opracowanie mechanizmów pozwalających na: uwzględnianie eksperckiej wiedzy dziedzinowej oraz wizualizację konstruowanych struktur w celu zwiększenia skuteczności procesu konstrukcji drzew decyzyjnych. W rezultacie, ekspert może iteracyjnie konstruować drzewa podejmując kluczowe decyzje podczas każdego podziału albo tylko w sytuacjach, gdy podejmowane decyzje nie są jednoznaczne. Ponadto istnieje również możliwość transformacji drzewa klasyfikacyjnego do postaci modelu regułowego, gdzie z każdą utworzoną regułą skojarzone będą mierzalne współczynniki opisujące jakość. Warto podkreślić, że opracowane algorytmy rozpatrują również macierz kosztów błędnej klasyfikacji albo koszty zależne od wag przypisanych poszczególnym obserwacjom podczas optymalizacji progów prawdopodobieństw, aby zminimalizować koszty błędnej klasyfikacji [5].

Sztuczne sieci neuronowe (ANN), a w szczególności DNN są bardzo skuteczne w odkrywaniu wzorców w ogromnych wolumenach danych. Podczas nadzorowanego uczenia, wagi modelu są aktualizowane w taki sposób, aby zminimalizować błąd wyznaczony na podstawie różnicy pomiędzy bieżącą prognozą sieci, a wartością oczekiwaną (ang. *ground truth*). W praktyce najczęściej stosowany jest błąd średnio-kwadratowy, choć wiadomo, że najlepiej sprawdzałaby się funkcja odzwierciedlająca możliwie wiernie naturę rozpatrywanego problemu. Kolejnym typowym problemem ANN jest trudność zrozumienia procesu wnioskowania sieci, który doprowadził do potencjalnie akceptowalnego rozwiązania. Celem badań opublikowanych w artykułach [6,8] było opracowanie i ewaluacja nowej funkcji błędu opartej na statystyce Tsallisa z parametrem uogólnienia q . W ramach przeprowadzonych prac zbadano zależności zachodzące pomiędzy podstawowymi własnościami opracowanej funkcji, a jakością klasyfikacji oraz podstawowymi własnościami ANN. Ponadto zastosowano algorytmy Garsona i Oldena w celu oceny istotności rozpatrywanych zmiennych wejściowych oraz przygotowano profile Leka prezentujące wpływ atrybutów na naturę problemu. Uzyskane rezultaty potwierdziły, że zaproponowana funkcja błędu, bazująca na entropii Tsallisa, może z powodzeniem być stosowana w sieciach neuronowych jako podejście alternatywne w stosunku do szeroko stosowanej entropii Shannona.

W pracy [4] rozważano problem prognozowania maksymalnych wartości obciążeń z miesięcznym wyprzedzeniem, aby minimalizować straty finansowe spowodowane rzeczywistym przekroczeniem zakontraktowanej mocy. Jednym z zaproponowanych rozwiązań jest hybrydowy model służący do optymalizacji i prognozowania wielowynikowego. Model powstał w oparciu o nową architekturę DNN, integrującą warstwy gęste i LSTM, umożliwiając jednocześnie przewidywanie wielu wartości sygnału, z których następnie wybierana jest jedna, minimalizowana wartość określonej funkcji celu. Jako funkcję błędu wykorzystano błąd kwantylowy. Ponadto opracowano również podejście dwuetapowe łączące AAN (warstwa prognozująca) oraz algorytm genetyczny (warstwa optymalizująca). Uzyskane rezultaty potwierdziły, że model hybrydowy oraz podejście dwuetapowe są sobie praktycznie równorzędne, a więc uproszczenie procesu w modelu hybrydowym powoduje, że zyskuje on w zakresie potencjalnej aplikacyjności.

W przypadku DNN istotnym wyzwaniem jest przeciwdziałanie przeuczeniu modelu, które standardowo realizuje się poprzez zastosowanie członu regularyzacyjnego w ramach rozpatrywanej funkcji straty. Coraz częściej pojawiają się próby wykorzystania danych nieoznakowanych w celu poprawy jakości klasyfikacji poprzez uwzględnienie błędu semantycznego. Badania opublikowane w artykule [7] adresowały następujące pytanie: czy uwzględnienie (a) błędu semantycznego lub (b) entropii Rényi z parametrem q , w ramach funkcji straty, poprawi jakość częściowo-

nadzorowanej klasyfikacji? Zaproponowane metody poddano procesowi ewaluacji między innymi na powszechnie wykorzystywanych zbiorach danych, a mianowicie MNIST oraz Fashion-MNIST. W wyniku przeprowadzonych eksperymentów zaobserwowano, że regularyzacja oparta o entropię Rényi sprawdza się zauważalnie lepiej (uzyskuje wyższą jakość klasyfikacji) aniżeli regularyzacja bazująca na błędzie semantycznym.

Oceniając osiągnięcie naukowe dr. K. Gajownicza należy zauważyć, że Habilitant rzetelnie eksploruje omawianą problematykę. Prezentowany, zwarty treściowo cykl, składający się na osiągnięcie naukowe, zawiera oryginalne elementy teoretyczne oraz aplikacyjne. Spośród wymienionych w autoreferacie głównych elementów osiągnięcia, wszystkie mieszczą się w zakresie sztucznej inteligencji, ze szczególnym uwzględnieniem uczenia maszynowego.

Należy zwrócić również uwagę, że w przypadku trzech czasopism, a mianowicie *Processes*, *Energies* i *Electronics*, w których opublikowane zostały artykuły wchodzące w skład osiągnięcia, brakuje przypisania dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja w aktualnie obowiązującym wykazie dyscyplin przypisanych do czasopism naukowych i materiałów konferencyjnych. W związku z powyższym zachodzi uzasadniona wątpliwość czy powinno się rozpatrywać artykuły (3) opublikowane w rozważanych czasopismach w ramach osiągnięcia naukowego referowanego w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja czy może jako badania uzupełniające?

Monotematyczny cykl publikacji w zależności od tego czy rozpatrujemy wszystkie artykuły wchodzące w skład osiągnięcia (A) czy tylko te opublikowane w czasopismach/na konferencjach rozpatrywanych w ramach dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja (B) charakteryzuje się w następujący sposób:

- Sumaryczna liczba punktów MNiE: 860 pkt. (A), 550 pkt. (B).
- Całkowity współczynnik wpływu (IF): 17,109 (A), 8,861 (B).
- Całkowita liczba cytowań w WoS: 24 (A), 16 (B).

Niewielki niedosyt może powodować stosunkowo niewielka całkowita liczba cytowań w WoS, która prawdopodobnie wynika z faktu, że 7 spośród 8 artykułów, rozpatrywanych w ramach osiągnięcia, zostało opublikowanych w ostatnich dwóch latach.

W podsumowaniu tej części oceny należy zauważyć, iż wszystkie prace Habilitanta opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych są współautorskie, a więc należy uważnie przyrzeć się, jakie znaczenie w ich powstawaniu odegrał sam Habilitant. Analiza oświadczeń wchodzących w skład dokumentacji wniosku dr. K. Gajownicza nie pozostawia żadnych wątpliwości, że wkład Habilitanta w powstanie publikacji referowanych w ramach przedstawionego osiągnięcia naukowego był znaczący. Aczkolwiek niekiedy zdarza się, że całkowity procentowy wkład Habilitanta nie wynika bezpośrednio z wartości procentowych przypisanych wszystkim współautorom w ramach zakresu szczegółowego referowanych artykułów.

Zaprezentowany materiał dokumentujący osiągnięcie naukowe dr. Krzysztofa Gajownicza pt.: „Opracowanie niestandardowych funkcji błędu, niejednorodności i regularyzacji dla algorytmów uczenia maszynowego” uważam za wartościowy pod względem naukowym, spełniający wymagania stawiane w odpowiednich przepisach Ustawy o stopniach i tytule naukowym, w zakresie postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja.

3. Ocena pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych.

- a. Autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie czasopism i konferencji naukowych.

Wśród istotnych osiągnięć naukowych Habilitanta, uzyskanych po otrzymaniu stopnia naukowego doktora, niewchodzących w skład jednotematycznego cyklu należy wyróżnić:

- W ramach badań nad rozwojem algorytmu lasów losowych:
 - Opracowano nowe podejście służące procesowi agregacji informacji poprzez specjalizowane ważenie składowych drzew decyzyjnych.
 - Przeprowadzono ewaluację i rankingowanie metod służących procesowi wyznaczania prawdopodobieństwa oraz przypisywania finalnej klasy.

- W ramach badań nad grupowaniem źródeł strumieni danych szeregów czasowych:
 - Zaproponowano i poddano ewaluacji nowe podejście do problemu grupowania źródeł strumieni danych szeregów czasowych, będące modyfikacją algorytmu TS-Stream.
 - Opracowano nową metodę reprezentacji charakterystyki szeregu czasowego wykorzystującą szybką transformację Fouriera.
 - Opracowano nowe miary oceny algorytmów grupowania.
- W ramach badań nad prognozowaniem krótkoterminowego zapotrzebowania na energię elektryczną:
 - Opracowano nową procedurę predykcyjną wykorzystującą techniki uczenia maszynowego, która najpierw przeprowadzała binarną klasyfikację wartości szczytowych sygnału, a następnie wykorzystywała jej rezultaty podczas prognozowania wartości szeregu czasowego.

W tym miejscu warto również podkreślić, że rezultaty badań Habilitanta charakteryzują się wysokim potencjałem aplikacyjnym, o czym świadczy szereg zrealizowanych i opublikowanych praktycznych zastosowań obejmujących np.:

- Wiarygodną diagnostykę zaburzeń rytmu serca.
- Prognozowanie rozkładu straty banku z tytułu niewykonania zobowiązania przez klienta.
- Rozwiązywanie szeregu problemów z obszaru elektroenergetyki.

Omawiane prace zostały opublikowane w latach 2016-2021 w postaci 19 anglojęzycznych, współautorskich publikacji na które składają się:

- Trzydzieści artykułów opublikowanych w czasopiśmie naukowych (*Energies*: 3, *Electronics*: 2, *Entropy*: 2, *Acta Physica Polonica A*: 1, *Applied Sciences*: 1, *Complexity*: 1, *PLOS ONE*: 1, *Physica A-Statistical Mechanics and Its Applications*: 1, *Sensors*: 1), o sumarycznej punktacji 870 punktów według MEiN oraz sumarycznym współczynnikiem wpływu wynoszącym 32,471.
- Jeden artykuł w materiałach pokonferencyjnych, konferencji *2021 International Conference on Computational Science*, sklasyfikowany na poziomie 140 pkt. według MEiN.
- Pięć artykułów opublikowanych w monografiach lub w materiałach pokonferencyjnych indeksowanych w WoS (*2015 9th International Conference on Computer Recognition Systems*, *2017 IEEE International Conference on INnovations in Intelligent SysTems and Applications*, *2017 26th International Conference on Artificial Neural Networks*, *2017 Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, *2018 International Conference on Applied Mathematics & Computer Science*).

Dla wymienionych powyżej współautorskich prac nie został określony udział procentowy Habilitanta.

Można stwierdzić, że dorobek ten dobrze uzupełnia jednotematyczny cykl prac przedstawiony jako osiągnięcie naukowe Habilitanta i w większości przypadków koncentruje się na zagadnieniach z szeroko pojętego obszaru sztucznej inteligencji, a w szczególności uczenia maszynowego.

- b. Zrealizowane oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne i techniczne. Wdrożenia wyników badań i prac rozwojowych.

Bezpośrednio po uzyskaniu stopnia doktora, dr K. Gajowniczek rozpoczął współpracę, w roli starszego badacza ds. danych, w Departamencie Optymalizacji Procesów Monitorowania Przeciwdziałania Praniu Pieniędzy w Citibank Europe, która trwa do tej pory. W obrębie realizowanej współpracy tworzone są modele predykcyjne wykorzystywane podczas monitorowania obrotu środkami finansowymi w celu identyfikacji niepożądanych zjawisk oraz segmentacji klientów. Działania podejmowane w tym zakresie są cenne dla Habilitanta z dwóch powodów: (1) pozwalają wdrożyć w praktyce rezultaty prac badawczych o charakterze podstawowym, (2) problemy obserwowane w otoczeniu gospodarczym często są wartościową inspiracją stymulującą postęp realizowanych badań.

Warto, aby Habilitant spróbował wykorzystać swoje możliwości w celu zacieśnienia współpracy

o charakterze aplikacyjnym pomiędzy podmiotami biznesowymi, a macierzystą jednostką naukową, która mogłaby zaowocować przyszłymi wdrożeniami wartościowymi podczas ewaluacji jednostek naukowych.

- c. Udzielone patenty międzynarodowe i krajowe.

Brak informacji w dostępnej dokumentacji.

- d. Wynalazki, wzory użytkowe i przemysłowe.

Brak informacji w dostępnej dokumentacji.

- e. Sumaryczny współczynnik wpływu (*Impact Factor*).

Całkowity współczynnik wpływu opisujący dorobek naukowy Habilitanta sklasyfikowany w WoS na dzień 30.10.2021 (na podstawie dostarczonej dokumentacji) wynosi 51,752 (w tym po uzyskaniu stopnia naukowego doktora: 47,621 i przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora: 4,131).

- f. Naukometryczne podsumowanie dorobku naukowo-badawczego (na dzień 25.06.2022).

- Liczba cytowań w bazie WoS: 234 (bez autocytowań), 334 (wszystkie).
- Indeks Hirscha według bazy WoS: 12.
- Liczba cytowań w bazie Scopus: 394 (wszystkie).
- Indeks Hirscha według bazy Scopus: 12.
- Liczba cytowań w bazie Google Scholar: 661 (wszystkie).
- Indeks Hirscha według bazy Google Scholar: 14.

Wartości wskaźników, opisujące dorobek naukowy Habilitanta, zaprezentowane w podpunktach e. i f. są wysokie i w pełni wystarczają do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego.

- g. Kierowanie lub udział w międzynarodowych lub krajowych projektach badawczych.

Od 2017 r., dr K. Gajowniczek pełnił rolę zarówno kierownika jak i wykonawcy w projektach badawczych krótko scharakteryzowanych poniżej:

1. Tytuł: Narzędzie do Precyzyjnego Zarządzania Cenową Elastycznością Odbiorców w Krajowym Systemie Energetycznym.

Rola: Główny wykonawca.

Konkurs: NCBR Program Operacyjny Inteligentny Rozwój 2014-2020.

Numer: POIR.01.01.01-00-2023/20.

Czas trwania: 2021-2023 (w trakcie realizacji).

2. Tytuł: Prognozowanie zapotrzebowania na energię elektryczną z wykorzystaniem inteligentnych systemów pomiarowych.

Rola: Kierownik.

Konkurs: NCN PRELUDIUM 11.

Numer: 2016/21/N/ST8/02435.

Czas trwania: 2017-2018 (zakończony).

- h. Międzynarodowe i krajowe nagrody za działalność naukową.

Osiągnięcia naukowe Habilitanta znalazły uznanie wśród władz rektorskich macierzystej uczelni, czego dowodem są cztery nagrody przyznane dr. K. Gajowniczekowi za rezultaty Jego aktywności naukowej w latach 2018-2021.

Ponadto rozprawa doktorska Habilitanta uzyskała wyróżnienie w konkursie na najlepszą pracę doktorską przyznane przez Polskie Towarzystwo Fizyczne w roku 2017.

- i. Wystąpienia na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych.

Z pewnym niedowierzaniem przyjąłem fakt, że Habilitant nie wykazał żadnego wystąpienia na międzynarodowej/krajowej konferencji naukowej od momentu uzyskania stopnia doktora w roku 2016 (oczywiście poza zaproszonym wykładem na *SAS Global Forum 2019* oraz trzema wystąpieniami seminaryjnymi w roku 2017).

4. Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej.

a. Uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych.

Brak informacji w dostępnej dokumentacji.

b. Otrzymane nagrody i wyróżnienia.

Po uzyskaniu stopnia doktora, dr K. Gajowniczek otrzymał czterokrotnie Nagrodę JM Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego, w tym dwie nagrody indywidualne (2-ego i 3-ego stopnia) i jedną zespołową (3-ego stopnia) za wybitne osiągnięcia naukowe (w latach, 2018, 2019, 2021) oraz jedną nagrodę za osiągnięcia naukowe i dydaktyczne, które znacząco wpływają na rozwój, promocję i prestiż SGGW (w roku 2018).

c. Udział w konsorcjach i sieciach badawczych.

Brak informacji w dostępnej dokumentacji.

d. Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych.

Habilitant, po uzyskaniu stopnia doktora, był kierownikiem czterech projektów dofinansowanych ze środków na działalność statutową dla młodych naukowców w SGGW w Warszawie, a mianowicie:

1. Tytuł: Zastosowanie Algorytmów Ślepej Separacji Sygnałów w Analizie Danych.

Numer: 505-10-130400-K00743-99.

Czas trwania: 2018-2019 (zakończony).

2. Tytuł: Analiza Funkcji Błędu w Sieciach Neuronowych.

Numer: 505-10-130400-P00377-99.

Czas trwania: 2017-2018 (zakończony).

3. Tytuł: Podobieństwo Elektroenergetycznych Szeregów Czasowych.

Numer: 505-10-130400-N00562-99.

Czas trwania: 2016-2017 (zakończony).

4. Tytuł: Nieklasyczne Miary Niejednorodności w Drzewach Klasyfikacyjnych.

Numer: 505-10-082500-N00424-99.

Czas trwania: 2016-2017 (zakończony).

e. Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism.

W latach 2018-2021, Habilitant trzykrotnie pełnił rolę redaktora wydania specjalnego w poniższych czasopismach:

- *Processes* (2020-2021) pt. „*Visualization in Big Data Analysis*”.
- *Entropy* (2018-2019) pt. „*Information Theory Based Error and Regularization Functions in Artificial Intelligence Algorithms in the Big Data Era*”.
- *Energies* (2018-2019) pt. „*Clustering of the Electricity Consumption Time Series in the Big Data Era*”.

Generalnie, pełnienie roli redaktora oceniam wysoko tym bardziej, że łatwo zauważyć, że są to wydania tematycznie blisko związane z badaniami realizowanymi przez Habilitanta. Aczkolwiek w przypadku dwóch spośród trzech wskazanych czasopism, a mianowicie *Processes* i *Energies*, brakuje przypisania dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja w aktualnie obowiązującym wykazie dyscyplin

przypisanych do czasopism naukowych i materiałów konferencyjnych.

- f. Członkostwo w komitetach organizacyjnych lub programowych krajowych lub międzynarodowych konferencji tematycznych.

Dr K. Gajowniczek po uzyskaniu stopnia doktora (od 2017 r.) pełnił rolę członka komitetu programowego i organizacyjnego dla odpowiednio jednego międzynarodowego warsztatu zatytułowanego „*1st Workshop on Sustainable Energy Systems, Smart Infrastructures, and Smart Environments*” oraz dwóch krajowych konferencji, a mianowicie „*Systemy Informatyczne w Zarządzaniu*” oraz „*Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych*”. Niestety nie znalazłem w dokumentacji informacji o organizacji przez Habilitanta chociażby sesji tematycznych na międzynarodowych konferencjach naukowych. W tym aspekcie oczekiwałbym bardziej wzmożonej aktywności od kandydata ubiegającego się o stopień doktora habilitowanego.

- g. Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych.

Od początku 2017 r., Habilitant jest członkiem *IEEE Computational Intelligence Society*.

- h. Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki i sztuki.

Dobrze oceniam działalność dydaktyczną dr. K. Gajowniczka. Habilitant prowadził zajęcia z dziesięciu przedmiotów (w tym w przypadku jednego z nich w języku angielskim) na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych na kierunkach Informatyka, Informatyka i Ekonometria oraz na studiach podyplomowych *Systemy Informacyjne i Analiza Danych* na Wydziale Zastosowań Informatyki i Matematyki w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

Ponadto, co warto podkreślić, dr K. Gajowniczek wygłosił zaproszony wykład pt. „*Dataset Smart Meters to Support Energy Efficiency on the Individual Household Level*” oraz wziął udział w panelach dyskusyjnych dotyczących analizy danych na *SAS Global Forum 2019* w Dallas, USA.

- i. Opieka naukowa nad studentami.

W latach 2017-2021, Habilitant pełnił rolę promotora w przypadku dwudziestu czterech prac dyplomowych, przy czym liczba wypromowanych prac magisterskich, licencjackich i inżynierskich wyniosła odpowiednio 13, 10 i 1.

- j. Opieka naukowa nad doktorantami.

Brak informacji w dostępnej dokumentacji.

- k. Staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich.

W latach 2017-2019 Habilitant odbył pięć staży naukowych w różnych, międzynarodowych jednostkach naukowych, a mianowicie u:

- Prof. Chandrajit Bajaj w Computer Science Department, University of Texas, Austin, USA (ok. jeden miesiąc),
 - Opracowano metodę ważenia drzew decyzyjnych w lasach losowych, którą następnie zastosowano w celu rozpoznawania zaburzeń rytmu serca.
 - Udoskonalono metodę aproksymacji wyższego rzędu opartą na maksymalizacji informacji wzajemnych (HOFS) w celu poprawy procesu selekcji podzbioru cech, które w dalszej perspektywie powinny się przełożyć na poprawę jakości modeli predykcyjnych.
- Prof. Guy Van den Broeck w Statistical and Relational Artificial Intelligence Laboratory, Computer Science Department, University of California, Los Angeles, USA (ok. jeden miesiąc),
 - Opracowano nowe funkcje błędu i regularyzacji, które następnie zastosowano w modelach uczenia głębokiego podczas uczenia częściowo-nadzorowanego.
- Prof. Loo Chu Kiong w Department of Artificial Intelligence, Faculty of Computer Science and Information Technology, University of Malaya, Kuala Lumpur, Malezja (ok. trzy miesiące),
 - Opracowano i poddano ewaluacji (zapropozowano nowe miary do oceny algorytmów) modyfikacje algorytmu TS-Stream grupującego źródła strumieni danych szeregow

czasowych.

- Prof. Thorsten Staake w Energy Efficient Systems Group, Faculty of Information Systems and Applied, Computer Sciences, University of Bamberg, Bamberg, Niemcy (ok. trzy tygodnie),
 - Opracowano nowe podejścia do klasyfikacji gospodarstw domowych na podstawie danych historycznych opisujących zużycie energii elektrycznej poprzez identyfikację kluczowych cech opisujących gospodarstwo domowe, które następnie są wykorzystywane w procesie podejmowania decyzji.
- Prof. Ryszard Kowalczyk w Intelligent Agents Technology Group, Faculty of Science, Engineering and Technology, Swinburne University of Technology, Melbourne, Australia (ok. trzy tygodnie).
 - Opracowano nowe podejścia stosujące mechanizmy wieloagentowości w celu bilansowania, w czasie rzeczywistym, bieżącego zapotrzebowania na energię elektryczną w kontekście określonego planu długoterminowego.
 - Opracowanie sposobu reprezentacji zmienności zużycia energii elektrycznej w gospodarstwach domowych, która pozwoli na ich efektywne i jednoznaczne grupowanie.

Na uwagę zasługuje fakt, że są to staże trwające od kilku tygodni do kilku miesięcy, które sumarycznie przekroczyły pół roku. Ponadto warto podkreślić, że wartość naukowa rezultatów badań prowadzonych przez Habilitanta w ramach każdego z powyższych staży została potwierdzona przynajmniej jedną anglojęzyczną publikacją naukową, przy czym jedna z nich, zrealizowana przy współpracy z Prof. Guy Van den Broeck, weszła w skład referowanego osiągnięcia naukowego. Według mojej oceny Habilitant wykazał się istotną aktywnością naukową realizowaną w zagranicznych instytucjach naukowych.

I. Wykonane ekspertyzy lub inne dokonania.

Brak informacji w dostępnej dokumentacji.

m. Udział w zespołach eksperckich lub konkursowych.

Brak informacji w dostępnej dokumentacji.

n. Recenzowanie projektów międzynarodowych lub krajowych oraz publikacji w czasopismach międzynarodowych lub krajowych.

Ten aspekt działalności naukowej Habilitanta według mojej oceny zasługuje na wyróżnienie, ponieważ od momentu uzyskania stopnia doktora, dr K. Gajowniczek zrecenzował przeszło sto prac w dwudziestu czterech uznanych, międzynarodowych czasopismach naukowych indeksowanych w WoS (np. *Neural Networks*, *Knowledge-Based Systems*, *Pattern Recognition*, *Information Sciences*, *Applied Soft Computing*, *PLOS Computational Biology*). Ponadto recenzował również artykuły publikowane w materiałach międzynarodowych konferencji naukowych. Nie znalazłem w dokumentacji informacji o recenzowaniu przez Habilitanta wniosków projektowych krajowych lub międzynarodowych.

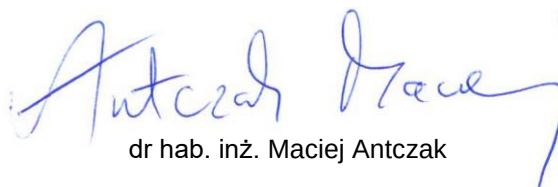
5. Inne osiągnięcia.

Po uzyskaniu stopnia doktora, Habilitant pełnił również inne role o charakterze organizacyjnym, które zostały wymienione poniżej:

- Od 2021 r. członek Rady Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja na SGGW.
- W roku 2021 pełnił rolę sekretarza komisji rekrutacyjnej do Szkoły Doktorskiej SGGW dla dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja.
- Od 2020 r. członek wydziałowego zespołu roboczego ds. jakości kształcenia.
- W latach 2016-2019, pełnił również role:
 - Członka Komisji Wydziałowej ds. dydaktyki dla kierunku Informatyka i Ekonometria.
 - Pełnomocnika Dziekana ds. ochrony danych osobowych.

Wniosek końcowy

W konkluzji uważam, że zaprezentowany materiał publikacyjny dr. Krzysztofa Gajowniczka zawiera znaczące, a w części również oryginalne osiągnięcie naukowe w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja, które spełnia wymagania sformułowane w ustawie o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20 lipca 2018 r. w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego. Podobnie dorobek organizacyjny i dydaktyczny również spełnia wymagania stawiane zwyczajowo kandydatom ubiegającym się o stopień doktora habilitowanego przez wspomniane przepisy. Wobec powyższych stwierdzeń, wnoszę o przyjęcie przez Radę Naukową Instytutu Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk wniosku o nadanie dr. Krzysztofowi Gajowniczкови stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja.



dr hab. inż. Maciej Antczak