

Wrocław, 20 lipca 2022r.

Prof. dr hab. inż. Michał Woźniak
Wydział Informatyki i Telekomunikacji
Politechnika Wroclawska

RECENZJA

dotycząca wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja drowi Przemysławowi SPURKOWI

Tytuł osiągnięcia naukowego: *Uczenie reprezentacji w metodach nienadzorowanych*

Recenzja przygotowana została w ramach przewodu habilitacyjnego prowadzonego przez Radę Naukową Instytutu Podstaw Informatyki Polskiej Akademii Nauk na podstawie uchwały nr 3/2022, na podstawie pisma z-cy Dyrektora ds. Naukowych IPI PAN dr hab. Agnieszki Mykowieckiej, prof. instytutu o numerze IPI PAN-RN-6/2022 z dnia 9 maja 2022 r. Przedmiotem recenzji jest cykl publikacji naukowych oraz dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny dra Przemysława Spurka, pracownika Wydziału Matematyki i Informatyki, Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Oceniany dorobek mieści się w w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja, zatem jego obszar tematyczny jest obszarem kompetencji i aktywności Rady Naukowej Instytutu Podstaw Informatyki Polskiej Akademii Nauk.

Ocenę osiągnięć dra Przemysława Spurka dokonano zgodnie z art. 219 Ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2018 r., poz. 1668 z późniejszymi zmianami), który określa warunki nadania stopnia doktora habilitowanego. Ponadto w recenzji dokonano oceny zgodnie z nieuregulowanymi formalnie, jak i przyjętymi zwyczajowo w polskim środowisku, wymaganiami.

1 Sylwetka habilitanta

Dr Przemysław Spurek uzyskał stopień magistra matematyki na Wydziale Matematyki i Informatyki Uniwersytetu Jagiellońskiego w 2009 r. W 2014 r. uzyskał na tym samym wydziale stopień doktora nauk matematycznych w dyscyplinie Informatyka. Podstawą nadania stopnia była rozprawa pt. *Memory compression based on affine transformation of coordinate system*, napisana pod kierunkiem prof. dr hab. Jacka Tabora.

Po otrzymaniu stopnia magistra inżyniera habilitant rozpoczął pracę w Wydziale Matematyki i Informatyki Uniwersytetu Jagiellońskiego na stanowisku asystenta, a po obronie doktoratu na stanowisku adiunkta, na którym dotąd pracuje.

Zainteresowania naukowe habilitanta koncentrują się głównie na zagadnieniach związanych z uczeniem maszynowym, w tym problemach uczenia reprezentacji oraz grupowania danych.

2 Ocena osiągnięć naukowo-badawczych

2.1 Ocena cyklu publikacji

Jako cykl publikacji zatytułowany *Uczenie reprezentacji w metodach nienadzorowanych* habilitant przedstawił 10 publikacji opublikowanych w latach 2014-2021. Wśród publikacji znajdują się 7 prac opublikowanych w prestiżowych czasopismach indeksowanych przez JCR (*Journal Citation Report*), takich jak *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, *Journal of Machine Learning Research*, *Pattern Recognition*, *Expert Systems with Applications* oraz *Pattern Analysis and Applications*, a także 3 publikacje w materiałach konferencji naukowych związanych z tematyką uczenia maszynowego ICONIP (*International Conference on Neural Information Processing - CORE A*), ICML (*International Conference on Machine Learning - CORE A**) oraz IJCNN (*International Joint Conference on Neural Networks - CORE A*). Jedną z publikacji jest jednoautorska, natomiast pozostałe są wieloautorskie, jednakże w większości z nich habilitant miał dominujący udział. Do wszystkich artykułów wieloautorskich załączono deklarację współautorów, którzy określili swój udział w powstaniu wspomnianych publikacji oraz deklarację habilitanta z procentowym oszacowaniem swojego udziału w poszczególnych pracach, a także opisem wykonanych przez siebie prac. Na podstawie analizy dostarczonych deklaracji uważam, że udział habilitanta został oszacowany rzetelnie.

Z oceny cyklu publikacji wyłączam publikację A1 (Jacek Tabor, Przemysław Spurek, Cross-Entropy Clustering, *Pattern Recognition*, 47, 3046–3059, 2014), gdyż została ona złożona do druku w 2012 r., a opublikowana w roku uzyskania stopnia doktora. Praca dotyczy algorytmu grupowania danych Cross-Entropy Clustering (CEC), który był podstawą do licznych modyfikacji stanowiących część dorobku habilitanta.

Jako najważniejsze dokonania przedłożonego cyklu uznaję:

1. Zaproponowanie metody Active Function Cross-Entropy Clustering, która wykorzystuje hipotezę o rozmaitości (*manifold hypothesis*).
2. Opracowanie wersji online wspomnianej metody, która pozwala na grupowanie danych na podstawie danych strumieniowych.
3. Opracowanie dwóch metod pozwalających na znajdowanie nieliniowych struktur, które wykorzystują klasyczne odległości między dwoma gęstościami rozkładów normalnych. Pierwsza z nich wykorzystuje metodę CEC i każda grupa jest reprezentowana za pomocą rozkładu gaussowskiego, następnie uruchamiany jest algorytm klastrowania hierarchicznego na otrzymanych gęstościach. Druga metoda zamiast grupowania hierarchicznego wykorzystuje k-means w wersji Warda.
4. Opracowanie metody klasteryzacji General Split Gaussian Cross-Entropy Clustering (GSG-CEC) dedykowanej rozkładom skośnym oraz ciężkoogonowym, w którym wykorzystano algorytm CEC zamiast optymalizacji Expectation Maximization.
5. Zaproponowanie modyfikacji metody ICA (*Independent Component Analysis*), która bazuje na asymetrii danych mierzonej za pomocą skośności.
6. Opracowanie autorskiej miary odległości między rozkładami prawdopodobieństw i jej wykorzystanie w modelu generatywnym Cramer-Wold Auto- Encoder (CWAE).
7. Zaproponowanie metody reprezentacji chmur punktów jako sieci neuronowej, która przekształca rozkład jednostajny na kuli w obiekt 3D, gdzie każdy obiekt ze zbioru uczącego jest reprezentowany jako sieć neuronowa.
8. Wykorzystanie zaproponowanej metody reprezentacji chmur punktów w modelach generatywnych z zastosowaniem koncepcja hipersieci (*HyperNetwork*).

9. Zaproponowanie metody generowania chmur punktów 3D wykorzystujących hipersieci do reprezentacji obiektów, a także rozwinięcie tego sposobu reprezentacji z wykorzystaniem architektury Continuous Normalizing Flow (wykorzystywanej jako target network), gdzie zaproponowano nowy rozkład prawdopodobieństwa Spherical Log-Normal distribution, który nie posiada zwartego supportu oraz pozwala generować tzw. 3D mesh.
10. Zaproponowanie architektury grafowej sieci neuronowej wykorzystującej geometrię danych, które wykorzystuje położenia wierzchołków w grafie w celu stworzenia poprawnej teoretycznie generalizacji klasycznych sieci konwolucyjnych. Dzięki temu możliwe jest trenowanie na mało licznych zbiorach danych dzięki augmentacji danych.

Wszystkie prace zostały napisane na wysokim poziomie, o czym świadczą m.in. wspomniane wcześniej miejsca ich publikacji (*IEEE Transactions on PAMI*, czy *ICML Proceedings*). Mimo, że z oceny wyłączyłem pracę A1, która przedstawia koncepcję algorytmu CEC, to należy stwierdzić, że prace A2-A5, odwołujące się do koncepcji tego algorytmu, posiadają bardzo duży element innowacyjny i *de facto* przedstawiają całkiem nowe, nowatorskie rozwiązania, które traktują CEC jako komponent nowych rozwiązań. Większość prac wchodzących w skład cyklu jest wieloautorских, co świadczy o umiejętności współpracy habilitanta w ramach grup badawczych. We wszystkich swoich pracach dr Przemysław Spurek stosuje adekwatny, zaawansowany aparat matematyczny, a chronologia badań i uzyskiwane w ich trakcie rezultaty świadczą o ich przemyślanej koncepcji i dojrzałości naukowej habilitanta. W mojej opinii dorobek naukowy dra Przemysława Spurka jest bardzo dobry, o zauważalnym wpływie na dziedzinie.

2.2 Ocena dorobku publikacyjnego

Na dorobek publikacyjny habilitanta składa się 45 publikacji, w tym 16 publikacji indeksowanych przez JCR (*Journal Citation Report*), których sumarycznych Impact Factor wynosi 109.85. Taki dorobek należy uznać za bardzo dobry na tym etapie kariery naukowej. Habilitant publikuje swoje prace w renomowanych czasopismach, w tym oprócz wymienionych powyżej w *Information Sciences*, *Pattern Recognition Letters*, *Knowledge-Based Systems*, *Pattern Analysis and Applications*, *PloS one*, *IEEE Access* oraz *IEEE Transactions on PAMI*, a także w materiałach prestiżowych konferencji, często o rankingu CORE A*, takich jak NeurIPC, czy ICLR. Warto tu zauważyć i pochwalić, że w dr Spurek nie kieruje się przy wyborze miejsca publikacji wartością *Impact Factor*, ale renomą i popularnością danego periodyku wśród osób związanych z interesującymi go aspektami uczenia maszynowego.

Tematyka prac, nie wchodzących w skład cyklu, dotyczy głównie *subspace clustering*, *ICA*, *data imputation*, wybranym zagadnieniom dotyczącym sieci neuronowych, a także *few shot learning*.

Analiza cytowań prac została przedstawiona w Tab. 1. Powyższe wyniki świadczą, że prace dra Spurka są dostrzegane przez międzynarodowe środowisko naukowe związane z uczeniem maszynowym, a habilitant jest w nim rozpoznawaną postacią. Przedstawione w Tab. 1 wskaźniki są na dobrym poziomie, spełniające zwyczajowe wymagania stawiane osobom ubiegającym się o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja

Tabela 1: Analiza cytowań na podstawie własnej kwerendy wykonanej w dniu 20 lipca 2022r.

baza danych	H-index	cytowania bez autocytowań	cytowania łącznie
ISI Web of Knowledge	6	102	124
Scopus	8	222	276
Google scholar	10	–	517

2.3 Rozpoznawalność w środowisku naukowym

Jak wspomniano wcześniej, przedstawione powyżej wskaźniki bibliometryczne świadczą o rozpoznawalności habilitanta w środowisku naukowym związanym z uczeniem maszynowym. Dr Przemysław Spurek był członkiem komitetów programowych (jako recenzent) liczących się konferencji międzynarodowych *ILCR*, *AAAI*, *NeurIPS*, *CVPR*, *ICCV* oraz *TFML*.

2.4 Kierowanie projektami badawczymi

Habilitant kierował trzema projektami naukowymi finansowanymi przez Narodowe Centrum Nauki (w ramach programów *PRELUDIUM*, *SONATA* oraz *OPUS*),.

2.5 Nagrody za działalność naukową

Habilitant był dwukrotnym laureatem nagrody Rektora Uniwersytetu Jagiellońskiego, a także otrzymał nagrodę *best paper award* na konferencji *CISIM* w 2013 r.

2.6 Udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach

Habilitant ma doświadczenie związane z prezentowaniem swoich osiągnięć na forach międzynarodowych. Habilitant przygotował i wygłosił 13 wystąpień konferencyjnych na dobrych konferencjach międzynarodowych, a także pięciokrotnie wygłosił zaproszone wykłady.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzić należy, że przedłożony cykl publikacji pt. *Uczenie reprezentacji w metodach nienadzorowanych*, dorobek publikacyjny oraz pozycja dra Przemysława Spurka w środowisku naukowym są na bardzo dobrym poziomie w zakresie wymagań stawianym osobom ubiegającym się o stopień doktora habilitowanego.

3 Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej

3.1 Uczestnictwo w projektach

Oprócz trzech projektów, w których dr Spurek pełnił rolę kierownika (przedstawione w p.2.4), habilitant brał udział, jako wykonawca, w czterech projektach finansowanych przez NCN, jednym przez NCBR, jednym przez FNP oraz w jednym finansowanym w ramach konsorcjum naukowo-przemysłowego. Uczestniczył on także w projektach finansowanych przez *SAMSUNG* oraz *REALIBILITY SOLUTIONS Ltd*.

3.2 Praca na rzecz czasopism i innych wydawnictw naukowych

Dr Spurek jest aktywnym recenzentem dla szeregu prestiżowych czasopism naukowych, takich jak *Journal of Machine Learning Research*, *IEEE Transactions on NNLS*, *Expert Systems with Applications*, *Signal, Image and Video Processing* oraz *Open Science*.

3.3 Praca na rzecz konferencji

Dr Spurek brał aktywny udział w organizacji trzech edycji *TFML* - International Conference on Theoretical Foundations of Machine Learning (w 2015, 2017 i 2019 r.) oraz jednej edycji konferencji *CISIM* - International Conference on Computer Information Systems w 2013 r.

3.4 Dorobek dydaktyczny

Dr Spurek był promotorem 15 prac magisterskich, a także pełnił funkcję promotora pomocniczego w dwóch przewodach doktorskich. Dodatkowo, dr Spurek jest kierownikiem seminarium dla doktorantów.

Habilitant prowadzi zajęcia dydaktyczne z zakresu inżynierii oprogramowania, algebry, probabilistyki, statystyki, oraz uczenia maszynowego. Biorąc powyższe pod uwagę należy uznać dorobek dr Spurka w zakresie działalności dydaktycznej za ponadprzeciętny.

3.5 Dorobek organizacyjny i popularyzatorski

Jak wspomniano wcześniej, dr Spurek aktywnie włączał się w organizację wydarzeń naukowych, a dodatkowo trzykrotnie wygłaszał wykłady w ramach Dni Wydziału Matematyki i Informatyki Uniwersytetu Jagiellońskiego, a także w ramach Studenckiego Festiwalu Informatycznego, Machine Learning Nokia Workshop oraz wydarzenia Test Dive.

3.6 Współpraca krajowa i międzynarodowa

Dr Spurek odbył szereg staży w polskich i zagranicznych ośrodkach naukowych, w tym w

- VSB Technical University Ostrava (grupa prof. Snasela),
- Instytucie Podstaw Informatyki Polska Akademia Nauk (grupa prof. Morawieckiego oraz prof. Koronackiego),
- Uniwersytecie Jana Kochanowskiego w Kielcach (grupa dr Elżbiety Zając).

Potwierdzeniem efektywności wspomnianych kooperacji są powstałe publikacje oraz produkty projektu "Deteh – Opracowanie technologii nowej generacji czujnika wodoru i jego związków do zastosowań w warunkach ponadnormatywnych".

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzić należy, że dorobek dydaktyczny i popularyzatorski oraz współpraca międzynarodowa dra Przemysława Spurka jest na bardzo dobrym poziomie w zakresie wymagań stawianym osobom ubiegającym się o stopień doktora habilitowanego.

4 Konkluzja

Reasumując, zaangażowanie dra Spurka we współpracę międzynarodową, a także jego dorobek dydaktyczny i aktywność habilitanta w zakresie pracy na rzecz wydawnictw naukowych, organizacji wydarzeń naukowych oceniam na bardzo dobrym poziomie. Na poziomie ponadprzeciętnym oceniam jego zaangażowanie w realizacji i kierowaniu projektami badawczymi oraz przedłożony przez habilitanta cykl publikacji, jego dorobek publikacyjny oraz ich rozpoznawalność.

Biorąc powyższe pod uwagę, uprawnione jest sformułowanie konkluzji, że dr Przemysław Spurek spełnia ustawowe wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego, a także wymagania zwyczajowe przyjęte w tej kwestii w polskim środowisku naukowym. W szczególności, zgodnie z art. 219 Ustawy "Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce":

- posiada stopień doktora;

- posiada w dorobku osiągnięcie naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny *informatyka techniczna i telekomunikacja*, w formie cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b Ustawy "Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce";
- wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, tj. IPI PAN, VSB Ostrava, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach.

Wnioskuje o nadanie drowi Przemysławowi Spurkowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżyneryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.



Michał Woźniak