

IGF-SN-421-09/22

Piotr Miłoś, prof. IMPAN
Instytut Matematyczny
Polskiej Akademii Nauk
pmilos@impan.pl

SEKRETARIAT NAUKOWY INSTYTUT GEOFIZYKI PAN	
WPEŁNIŁO	
12.04.2023r.	
Op.	Zat.
Ref.	

Warszawa, 21.03.2023

**Recenzja osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności w postępowaniu
habilitacyjnym
dr. Inż. Jana Wiszniowskiego**
w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku

Wprowadzenie

Przedmiotem recenzji jest dorobek naukowy i aktywność naukowa dr. inż. Jana Wiszniowskiego, który jest pracownikiem Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk. Recenzja została przygotowana w ramach postępowania habilitacyjnego prowadzonego przez Radę Naukową Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk. Formalną podstawą do przedłożenia niniejszej decyzji było pismo nr IGF-SN-421-09/22 Zastępcy Dyrektora Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk ds. naukowych, dr. hab. Mariusza Majdańskiego z dnia 31.01.2023, w oparciu o uchwałę Rady Naukowej Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk nr 10/268/2023 z dnia 24.01.2023 oraz pismo Rady Doskonałości Naukowej DRKN.Z6.400.110.2022 z dnia 29.12.2022.

Recenzja została przygotowana zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi na podstawie dostarczonej dokumentacji, która zawiera wniosek doktora J. Wiszniowskiego, jego autoreferat, kopię dyplomu potwierdzającego uzyskanie stopnia doktora nauk fizycznych, listę opublikowanych prac naukowych i materiałów popularnonaukowych oraz oświadczenia współautorów publikacji, które zostały uwzględnione w jego osiągnięciach naukowych.

Jan Wiszniowski otrzymał tytuł doktora nauk fizycznych w dziedzinie geofizyki decyzją Rady Naukowej Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk w dniu 17 listopada 2000 roku. Jego rozprawa doktorska miała tytuł "Szerokopasmowa Stacja Sejsmiczna - wpływ pasma przenoszenia na detekcję i rejestrację fal sejsmicznych w obserwatoriach w Polsce". Po uzyskaniu stopnia doktora, dr inż. Wiszniowski był autorem lub współautorem 27 artykułów naukowych oraz 3 rozdziałów w monografiach naukowych. Jego rozprawa doktorska została opublikowana jako monografia naukowa przez Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk, a także opublikował 4 prace przed uzyskaniem stopnia doktora. Od 2013 roku pracuje w Zakładzie Sejsmologii Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk.

Poniższa recenzja będzie skupiać się na aspektach dotyczących uczenia maszynowego i informatyki, zgodnie z dyscypliną naukową i ekspertyzą recenzenta. Nie będzie ocenione natomiast wkład w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku, gdyż recenzent nie posiada odpowiedniej wiedzy w tym zakresie.

Ocena osiągnięcia naukowego

Głównym osiągnięciem naukowym przedstawionym w autoreferacie jest osiem artykułów naukowych zatytułowanych wspólnie jako "Zastosowanie algorytmów sztucznych sieci neuronowych do celów klasyfikacji i regresji w badaniach sejsmicznych". Są to następujące pozycje (w kolejności chronologicznej):

- [1] Wiszniowski, J., Plesiewicz, B., Trojanowski, J., 2014: Application of real time recurrent neural network for detection of small natural earthquakes in Poland, *Acta Geophysica*, 62 (3), 469-485; 70 pkt. MEiN.
- [2] Trojanowski, J., Plesiewicz, B., Wiszniowski, J., 2015: Seismic Monitoring of Poland - Description and Results of Temporary Seismic Project with Mobile Seismic Network, *Acta Geophysica*, 63 (1), 17-44; 70 pkt. MEiN
- [3] Polkowski, M., Plesiewicz, B., Wiszniowski, J., Wilde-Piórko, M., PASSEQ Working Group, 2016: Local Seismic Events in the Area of Poland Based on Data from the PASSEQ 2006- 2008 Experiment, *Acta Geophysica* 64 (6), 2091-2112; 70 pkt. MEiN
- [4] Doubravova, J., Wiszniowski, J., Horalek, J., 2016: Single Layer Recurrent Neural Network for detection of swarm-like earthquakes in W-Bohemia/Vogtland-the method, *Computers & Geosciences*, 93, 138-149; 100 pkt. MEiN
- [5] Wiszniowski, J., 2016: Applying the General Regression Neural Network to Ground Motion Prediction Equations of Induced Events in the Legnica-Głogów Copper District in Poland, *Acta Geophysica*, 64 (6), 2430-2448; 70 pkt. MEiN
- [6] Wiszniowski, J., 2019: Estimation of a ground motion model for induced events by Fahlman's Cascade Correlation Neural Network, *Computers & Geosciences*, 131, 23-31; 100 pkt. MEiN
- [7] Wiszniowski, J., Plesiewicz, B., Lizurek G., 2021: Machine learning applied to anthropogenic seismic events detection in Lai Chau reservoir area, Vietnam, *Computers & Geosciences* 146, 104628; 100 pkt. MEiN
- [8] Wiszniowski, J., 2022: Application of focal plane directions for estimating ground motion models with general regression neural networks, *Pure and Applied Geophysics* 179, 1197–1207; 70 pkt. MEiN

Punkty ministerialne podano zgodnie z komunikatem Komunikatem Ministra Edukacji i Nauki - MEiN - z dnia 9 lutego 2021 r.

Zagadnienia naukowe zawarte w można ogólnie ująć jako przetwarzanie sygnałów geofizycznych. Obejmuje to różnorodne zjawiska, takie jak wstrząsy sejsmiczne, - czy wyładowania atmosferyczne. Zjawiska te mogą być opisane i analizowane cyfrowo co daje

możliwość zastosowania technologii informatycznych. W szczególności Habilitant prowadził badania z zakresu informatyki technicznej i uczenia maszynowego. Badania obejmowały zastosowanie sieci neuronowych z elementami systemów eksperckich do opracowania specyficznych sieci dostosowanych do zjawisk geofizycznych. Recenzja ta koncentruje się na aspektach technicznych zastosowania sieci neuronowych, co leży w zakresie ekspertyzy recenzenta. Zastosowanie tej technologii związane jest z wieloma wyzwaniami, dotyczącymi projektowania architektury sieci i jej trenowania. Istotnym problemem jest także zapewnienie właściwego testowania uzyskanych rozwiązań. Na czoło wysuwają się tutaj problemy generalizacji i walidacji.

Neuronowe modele predykcji drgań gruntu

W sekcji 4.5 autoreferatu Habilitant przedstawia rozwiązania oparte na sieciach neuronowych do predykcji drgań gruntu. Celem było uzyskanie modeli o minimalnym błędzie przewidywania. Tematyka była rozwijana w pracach [5, 6, 7, 8]. W ramach badań, Habilitant wraz z zespołem poszukiwali nowych architektur i opracowywali nowe modele predykcyjne dla danych zebranych w Lublińsko-Głogowskim Zagłębiu Miedziowym (LGZM). W pracy [5, 8] przetestowano sieć neuronową uogólnionej regresji (SNUR), a w pracy [6] sieć kaskadowej korelacji Fahlmana (SKKF).

W zaprezentowanych badaniach dużą uwagę poświęcono ocenie jakości modelu. Kluczowa dla tego jest ocena generalizacji modelu predykcyjnego. W związku z tym, we wszystkich pracach poświęconych zastosowaniu SSN do predykcji drgań gruntu, problem ten był dokładnie badany za pomocą metod 'crossvalidation' i 'bootstrap' [5, 6, 8]. Badano także rozmaite rozszerzenia tych metod, takie jak LOOCV, czy LOEOCV, analizując ich wady i zalety w zależności od przyjętej architektury sieci neuronowej.

Charakterystyka problemu powoduje, że zastosowanie jedyni rozwiązań neuronowych może dawać suboptymalne wyniki. W pracy [5, 6] zbadano rozwiązania hybrydowe wykorzystujące ideę kaskadowej rozbudowy modelu. W każdym etapie uczenia zwiększana jest głębokość sieci przez dodawanie jednego neuronu. Rozwiązanie takie zwiększa powtarzalność i tempo zbieżności treningu.

Rozwinięte metody mają potencjalne zastosowanie do innych zbiorów danych, w szczególności model opracowany w [8] z sukcesem zastosowano do globalnej bazy wstrząsów NGA-WEST2, przyjmując jako wejście rozmaite parametry geofizyczne.

Modele detekcji wstrząsów

W sekcji 4.4 habilitant przedstawia rezultaty dotyczące detekcji wstrząsów za pomocą rekurencyjnych sieci neuronowych (są to badania z zakresu informatyki technicznej, a w szczególności uczenia maszynowego). Jego praca koncentrowała się na problemie wykrywania wstrząsów oraz przewidywania drgań gruntu. Badania obejmowały zastosowanie sieci neuronowych z elementami systemów eksperckich do opracowania specyficznych sieci dostosowanych do zjawisk geofizycznych. Celem badań było również opracowanie skutecznych algorytmów uczenia, analiza sygnałów wejściowych i badanie możliwości generalizacji sieci. Prace te są ważnymi i aktualnymi problemami, którymi zajmują się naukowcy pracujący nad sieciami neuronowymi. Habilitant przedstawił swoje prace dotyczące wykrywania wstrząsów ([1, 2, 3, 4]).

W pracy naukowej oznaczonej jako [O2] omówiono wykorzystanie detekcji za pomocą real time recurrent neural networks (RTRN) w celu wykrywania naturalnych wstrząsów sejsmicznych w Polsce. To rozwiązanie miało kluczowe znaczenie dla zrozumienia sejsmiczności kraju. Pomimo braku właściwych zjawisk podczas uczenia, algorytm okazał się bardzo skuteczny w wykrywaniu słabych wstrząsów naturalnych, co pozwoliło opracować hazard sejsmiczny dla wybranych rejonów Polski. Wkład Habilitanta w tej publikacji obejmował m.in. opracowanie sieci neuronowej RTRN dla wybranego regionu Polski, przeprowadzenie niezbędnych obliczeń oraz stworzenie metody ewaluacji poszczególnych obszarów.

Prace w tej tematyce kontynuowano w [3, 4] osiągając istotne wyniki z zakresu geofizyki, na przykład wykrywając wstrząsy w okolicach Jarocina, czy też w Zatoce Gdańskiej. Z punktu widzenia metod uczenia maszynowego eksperymentowany z różnymi formatami danych wejściowych i architekturami sieci neuronowych (i ich wielkością). W szczególności w [4] wykorzystano architekturę jednowarstwową i przeprowadzono analizę skuteczności rozwiązania za pomocą krzywych ROC. Eksperymentowano także, że parametrami opóźnienia. Opóźnienie naturalnie pojawia się w procesach fizycznych i uwzględnienie jego w architekturze może mieć korzystny wpływ na proces uczenia, szczególnie w przypadkach, gdy dostępna jest mała ilość danych. W najbardziej dojrzałej pracy z tego cyklu [7] zastosowano podobne metody do detekcji drgań zbiornika Lai Chau. Zastosowano tam także, głębsze sieci neuronowe uzyskując mocniejsze wyniki predykcyjne zbadane za pomocą standardowych metryk.

Streszczenie recenzji

Opisane powyżej wyniki stanowią spójny cykl badań polegający na wykorzystaniu technik uczenia maszynowego, z naciskiem na metody uczenia głębokiego, do analizy zjawisk geofizycznych. Wybór metod, jak i ich użycie jest zgodne ze sztuką w tej dziedzinie, acz nie stanowi samo w sobie nowości. Pozytywnie oceniam przeprowadzenie tych badań, a acz ich wartość naukowa wynika z ich aplikacji i waloru wdrożeniowego.

Ocena pozostałej działalności akademickiej

Poza działalnością związaną z opisanym powyżej cyklem tematycznym habilitant przeprowadził szereg innych badań. Istotne do zauważenia jest, że dotyczą one szerokiej współpracy z różnymi instytucjami naukowymi. Należą do nich Instytut Geofizyki Wietnamskiej Akademii Nauki i Technologii, w ramach współpracy na temat sejsmiczności zapory wodnej Song Tranh 2. Wkładem habilitanta było dokonanie oceny sejsmiczności w poszczególnych klastrach obszaru. We współpracy z Instytutem Geofizyki Czeskiej Akademii Nauk, habilitant przeprowadził modernizację sieci sejsmicznej WEBNET oraz stacji sejsmicznych, w tym stacji Průhonice. Zastosowane rozwiązania UMSS pozytywnie wpłynęły na rejestracje sejsmiczne w Książu. Ponadto, w ramach tej współpracy habilitant opracował oprogramowanie do analizy sejsmicznej i badał możliwości automatyzacji analizy danych z sieci WEBNET. Z kolei we współpracy z Wojskową Akademią Techniczną oraz Włoskim Narodowym Instytutem Geofizyki i Wulkanologii (INGV) prowadzono pomiary drgań rotacyjne i badania na istnienie fal rotacyjnych. Pomiary były prowadzone m.in. w Polsce, we Włoszech i w Grecji. Oprócz udziału w pomiarach, zajmowano się sejsmometrią, badało się warunki rejestracji drgań rotacyjnych przez grupy sejsmometrów wahadłowych oraz wyznaczanie rotacji jako różnicy sygnałów z sejsmometrów. Zaproponowano kilka rozwiązań problemu z zafałszowaniem różnicy sygnałów. Następne

pole współpracy dotyczyło badań atmosfery. Wspólnie z Wydziałem Elektrycznym Politechniki Warszawskiej i Centrum Badań Kosmicznych PAN habilitant stworzył sieci lokalizacji i pomiarów doziemnych wyładowań atmosferycznych w rejonie Warszawy. Dr. Wiszniowski opracował oprogramowanie do interpretacji wyników i lokalizacji wyładowań. Z kolei we współpracy z Rumuńskim Narodowym Instytutem Fizyki Ziemi wyznaczano magnitudę z pionowej fali P dla systemu szybkiego wczesnego ostrzegania (BREWS) w Bukareszcie. Habilitant brał także udział w tworzeniu platformy tematycznej Hazardu Antropogenicznego (TCS AH) w ramach projektu UE EPOS. TCS AH jest częścią rozproszonej infrastruktury badawczej, której celem jest ułatwienie zintegrowanego wykorzystania danych geofizycznych, wyników badawczych i innych obiektów gromadzonych przez społeczność nauk o Ziemi w Europie. W projekcie współpracował z Akademickim Centrum Komputerowym Akademii Górniczo Hutniczej i Głównym Instytutem Górnictwa. Autor opracował i wdrożył zgodny z systemem MEREDIAN system akwizycji, archiwizacji, transmisji i analizy danych z Polskiej Sieci Sejsmologicznej w ramach projektu Śródziemnomorskiej Sieci Informacji i Archiwizacji Danych o Szybkich Trzęsieniach Ziemi (MEREDIAN), koordynowanego przez Obserwatoria i Placówki Badawcze Europejskiej Sejsmologii (ORFEUS) w Holandii.

Pozostała działalność

Dr Wiszniowski wykazywał też aktywność dydaktyczną i organizacyjną a także szerszą działalność kulturową. Dr Wiszniowski prowadził wykłady dla doktorantów w ramach Studiów Doktoranckich IGF PAN na temat programowania w Matlabie dla geofizyków. Wykłady te odbyły się w latach 2006/2007, prowadził także warsztaty na temat analizy sygnałów sejsmicznych z wykorzystaniem oprogramowania SWIP5.

Do osiągnięć habilitanta należą również osiągnięcia konstrukcyjne, patenty i programy. Jest on współkonstruktorem szeregu rejestratorów do pomiarów geofizycznych oraz czujników sejsmicznych. Stworzone przez niego programy i bazy danych są obecnie stosowane do opracowywania sejsmiczności. Program SWIP jest powszechnie stosowany we wszystkich sejsmicznych projektach badawczych IGF i w przemyśle górnictwym. Program ROTAN jest wykorzystywany w badaniach drgań rotacyjnych, a program AWDAB przy badaniu drgań w budownictwie drogowym.

Habilitant jest współautorem 8 patentów obejmujących czujniki i sposoby pomiarów sejsmicznych, metody kalibracji sejsmometrów oraz sposoby zbierania i przetwarzania danych sejsmicznych.

Dr Wiszniowski angażuje się w popularyzację historii, między innymi poprzez członkostwo i redakcję biuletynu w Stowarzyszeniu Miłośników Dawnej Broni i Barwy oraz działalność w Fundacji im. Cichociemnych Spadochroniarzy Armii Krajowej i Stowarzyszeniu Rodzin Cichociemnych. Prowadził liczne prelekcje, warsztaty i zajęcia z młodzieżą, aby propagować i upamiętnić historię polskiego czynu zbrojnego. Za swoją działalność otrzymał medal Pro Patria.

Konkluzja

Na podstawie analizy cyklu publikacji jednotematycznych autorstwa dra inż. Jana Wiszniowskiego oraz jego osiągnięć w dziedzinie naukowo-badawczej, dydaktycznej i organizacyjnej, stwierdzam, że spełnia on wymagania określone przez akty prawne, które zostały wymienione w recenzji. Z tego powodu zalecam, aby został dopuszczony do dalszych kroków w procedurze uzyskania stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych, ścisłych i przyrodniczych w dziedzinie nauk o Ziemi i środowiska.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, flowing letters that appear to be 'R' followed by several loops and a final flourish.