

Warszawa, 12.03.2024

dr hab. Mariusz Białecki, prof. IGF PAN
Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk
Księcia Janusza 64, 01-452 Warszawa

Recenzja osiągnięcia naukowego oraz dorobku dr Barbary Wolnik w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Podstawą wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr Barbarze Wolnik jest cykl tematycznie powiązanych publikacji naukowych pod tytułem „*Wielowymiarowe automaty komórkowe z sąsiedztwem von Neumanna zachowujące sumę stanów*”.

Informacje ogólne o Kandydatce

Dr Barbara Wolnik uzyskała stopień magistra matematyki na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego w 1990 roku, po czym pracowała tam do roku 1991 jako asystent stażysta. Od roku 1991 podjęła pracę na stanowisku asystenta na Uniwersytecie Gdańskim, gdzie w 2000 roku uzyskała stopień doktora matematyki na Wydziale Matematyki i Fizyki. Kontynuowała pracę w tym samym miejscu jako adiunkt (do 2012 i od 2017) oraz starszy wykładowca (2012-2017).

Od 2016 dr Barbara Wolnik prowadzi istotną działalność naukową na Uniwersytecie w Gandawie (KERMIT, Department of Data Analysis and Mathematical Modelling, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Belgia), gdzie obecnie ma status affiliated professor. Kandydatka wskazuje ponadto w autoreferacie, że - ze względów osobistych - jej kariera naukowa rozpoczęła się w 2016 roku.

Cykl habilitacyjny

Na cykl habilitacyjny składa się 8 artykułów opublikowanych w latach 2017-2021 w prestiżowych czasopismach: Journal of Physics A-Mathematical and Theoretical, Physica D-Nonlinear Phenomena, Physical Review E, Information Sciences (2 prace), Information and Computation, Journal of Statistical Mechanics-Theory and Experiment oraz Journal of Cellular Automata. Wszystkie prace są wieloautorskie. W sześciu z nich tematyka została zaproponowana przez habilitantkę. W pięciu artykułach dr Barbara Wolnik jest pierwszym autorem, w pozostałych trzech publikacjach - drugim. Oświadczenia współautorów wskazują na decydujący lub co najmniej bardzo istotny wkład habilitantki.

Tytuł osiągnięcia naukowego bardzo dobrze określa obszar tematyczny prac cyklu habilitacyjnego. Wszystkie prace dotyczą d-wymiarowych automatów komórkowych z

UMB

sąsiedztwem von Neumanna zachowujących sumę stanów (numer-conserving cellular automata), przy czym cztery artykuły dotyczą teorii dla ogólnego d (całkowitego, dodatniego), a pozostałe cztery koncentrują się na dwu- i trójwymiarowych automatach.

Badanie automatów zachowujących sumę stanów jest ważne z punktu widzenia zastosowań do modelowania szeroko rozumianych zjawisk fizycznych podlegających różnego rodzaju zasadom zachowania. Podobnie ważna jest też druga własność będąca w polu zainteresowań habilitantki, a mianowicie odwracalność. Obszar ten – pomimo swego znaczenia – nie został dotychczas wyczerpująco przebadany, a jest on interesujący także, a może nawet przede wszystkim, z punktu widzenia czysto poznawczego, matematycznego. W szczególności znalezienie wszystkich d -wymiarowych automatów komórkowych o zadanych własnościach wraz ze wzrostem d szybko napotyka na bariery techniczne, tj. ograniczeń mocy obliczeniowej komputerów. Ponadto zachowanie automatów dla krat skończonych nie musi być takie samo jak na kracie nieskończonej. Oba te fakty wskazują na konieczność rozwijania narzędzi teoretycznych i takie właśnie zadanie badawcze wyznaczyła sobie habilitantka.

W inicjującej cykl pracy [H1], habilitantka zapisała wyrażony przez regułę lokalną warunek konieczny i dostateczny na zachowanie sumy stanów dla automatów (z sąsiedztwem von Neumanna) dla dowolnego wymiaru, poprzez zadanie go na najprostszych konfiguracjach sąsiedztwa: monomerach i dimerach. Wynik ten jest rozwinięciem wyniku dla $d=1$ jaki w 2002 roku opublikowali Boccara i Fukś. Takie podejście pozwoliło rozwiązać pewne (rozwijane m.in. w pracach [H5] i [H7]) problemy klasyfikacyjne oraz stanowiło punkt wyjścia do dalszych prac.

W pracy [H2] habilitantka wprowadza użyteczne pojęcia funkcji podziału oraz perturbacji i udowadnia, że reguła lokalna dowolnego automatu komórkowego zachowującego sumę stanów (z sąsiedztwem von Neumanna) jest sumą funkcji podziału i perturbacji, przy czym te ostatnie są jednoznacznie określone przez regułę lokalną. Znaczenie tego wyniku jest jasne, jeśli liczba funkcji podziału jest istotnie mniejsza niż liczba wszystkich reguł lokalnych. To twierdzenie o dekompozycji upraszcza, czy też nawet umożliwia wyznaczenie kompletnych list reguł lokalnych zachowujących sumę stanów (NCCA) dla danego wymiaru i zbioru stanów, poprzez redukcję złożoności obliczeń. W szczególności podana została pełna lista trójwymiarowych NCCA o trzech stanach. Takie podejście pozwoliło na rozstrzygnięcie dotąd nierozwiązanych zagadnień stanowiących treść artykułów [H3] i [H4] opublikowanych w czasopiśmie za 140 pkt. i 200 pkt. W szczególności, głównym wynikiem pracy [H3] jest twierdzenie: „Istnieją dokładnie $4d+1$ d -wymiarowe binarne NCCA z sąsiedztwem von Neumanna: identyczność plus 'shift' i 'trafiki' w każdym z $2d$ kierunków”, a pracy [H4] twierdzenie „Każdy odwracalny d -wymiarowy trójstanowy NCCA jest 'shiftem”.

Prac [H5] nie korzysta z twierdzenia o dekompozycji (powstała wcześniej) i dotyczy m.in. trójstanowych dwuwymiarowych NCCA. Zawiera szereg szczegółowych wyników, w szczególności twierdzenie „Nie ma nietrywialnych odwracalnych dwuwymiarowych trójstanowych NCCA z sąsiedztwem von Neumanna”. Rozstrzygnięcie tego zagadnienia i chęć rozszerzenia uzyskanego wyniku na wyższe wymiary doprowadziło habilitantkę do rozwinięcia idei opisanych w pracy [H2].

CGYB

Pamiętając o ważnej korzyści płynącej z prac habilitantki, polegającej na istotnej redukcji złożoności obliczeniowej umożliwiającej przy obecnych warunkach technicznych efektywne rozwiązanie problemów klasyfikacyjnych i wyznaczenia kompletnych list automatów o szczególnych własnościach, warto w tym miejscu zobrazować skalę tych zredukowanych obliczeń wykonywanych przez habilitantkę i ilości opisywanych przez nią przypadków, być może dość zaskakującą dla specjalistów pracujących w innych dziedzinach. Na przykład w pracy [H5] mowa jest m.in. o wszystkich 1327 dwuwymiarowych trójstanowych NCCA (z których 287 jest stricte jednowymiarowych) w 145 klasach równoważności (z których 48 obejmuje automaty zasadniczo jednowymiarowe, a pozostałe 97 istotnie dwuwymiarowe).

Praca [H6] wprowadza pojęcie reprezentacji dwuwarstwowej do opisu odwracalnych CA wymiaru 1 oraz 2. Pozwala to efektywnie wyznaczyć, jak się okazuje, wszystkie 65 dwuwymiarowe czterostanowe NCCA (z sąsiedztwem von Neumanna). Wszystkich funkcji podziału jest 2625, a wyznaczenie wszystkich możliwych perturbacji dla danej funkcji podziału daje 17 582 011 (!) reguł zachowujących sumę stanów, z czego - po wyeliminowaniu nieodwracalnych - zostaje 65 wyznaczonych wcześniej reguł. W pracy zawarta jest także interesująca hipoteza, że „istnieją dokładnie $(2d+1)(6d+1)$ odwracalne czterostanowe d-wymiarowe NCCA z sąsiedztwem von Neumanna”, która - zdaniem autorów - może być dowiedziona z użyciem twierdzenia o dekompozycji opisanego w [H2].

Praca [H7] dotyczy rotacyjnie symetrycznych trójwymiarowych NCCA - w szczególności zawiera ważny wynik stwierdzający, że każdy taki nietrywialny automat wymaga co najmniej siedmioelementowego zbioru stanów i charakterystykę takich automatów.

Praca [H8] również dotyczy rotacyjnie symetrycznych NCCA, lecz tym razem dwuwymiarowych. Rozwinięcie idei pracy [H1] doprowadziło m.in. do wniosku, że istnieje dokładnie 116 dwuwymiarowych R-NCCA z sąsiedztwem von Neumanna i ze zbiorem stanów $\{0,1,2,3,4,5\}$, z czego 48 jest wzajemnie niezależnych, co z kolei - jak opisuje habilitantka w autoreferacie - było punktem wyjścia do postawienia (przez recenzenta) ciekawego pytania: „Czy każdy dwuwymiarowy R-NCCA o n-stanach jest izomorficzny z jakimś R-NCCA” ze zbiorem stanów $\{0,1,\dots, n-1\}$? Odpowiedź dla $n=6$ jest pozytywna, a uzyskana później i opublikowana w pracy [N2], odpowiedź dla $n=7$ jest już negatywna.

Publikacje przedstawione w cyklu habilitacyjnym tworzą spójny zbiór prac na konkretny temat i stanowią znaczący wkład autorki w rozwój dyscypliny naukowej. Rozwiązują ważne zagadnienia z zakresu teorii automatów komórkowych i stawiają interesujące nowe pytania. Oprócz tego, że zawierają wiele ważnych wyników „klasyfikacyjnych” (habilitantka jest także współtwórczynią trzech baz danych zawierające kompletne listy automatów o określonych własnościach), ich znaczenie polega na wypracowaniu i zaproponowaniu pionierskich metod do badania złożonych zagadnień dotyczących automatów komórkowych w wyższych wymiarach. Uzyskanie takich wyników potwierdza wybitne kompetencje naukowe habilitantki.

CMB

Inne osiągnięcia naukowe

Oprócz 8 prac cyklu habilitacyjnego dr Barbara Wolnik opublikowała po doktoracie 17 artykułów w czasopismach naukowych, z czego 12 w latach 2017-2023 w czasopismach: Theoretical Computer Science, Physical Review E, Information Sciences, Nonlinear Dynamics, Physica D-Nonlinear Phenomena, Chaos, International Journal of Bifurcation and Chaos, BioSystems, Journal of Cellular Automata (2 prace), Natural Computing, Journal of Physics A-Mathematical and Theoretical.

W publikacjach z poza cyklu habilitacyjnego można wyróżnić trzy zakresy tematyczne: afiniczne ciągłe automaty komórkowe, automaty komórkowe na trójkątnych i sześciokątnych kratkach oraz stochastyczne automaty komórkowe, które wskazują na rozległy obszar zainteresowań habilitantki. Potwierdzeniem kompetencji i aktywności habilitantki jest jej częsty udział w najważniejszych konferencjach naukowych dotyczących automatów komórkowych: ACRI, AUTOMATA oraz SUMMER SOLSTICE.

Od roku 2016 roku dr Barbara Wolnik bierze udział w pracy naukowej prowadzonej na Uniwersytecie w Gandawie w Belgii, na Wydziale Bioscience Engineering, w Instytucie Data Analysis and Mathematical Modelling, w jednostce KERMIT. Podczas kilkakrotnych tam pobytów i pracy zdalnej, intensywnie współpracowała naukowo oraz prowadziła wykłady dla pracowników i doktorantów. Zaowocowało to przyznaniem habilitantce statusu affiliated professor na Uniwersytecie w Gandawie.

W sumie (z cyklem habilitacyjnym) od roku 2017 dr Barbara Wolnik opublikowała 20 prac w renomowanych czasopismach, z czego 3 prace za 200 pkt, 4 prace za 140 pkt oraz 4 prace za 100 pkt lub równoważne im 30 pkt wg wcześniej obowiązującej skali. Ponadto jest współautorką 10 rozdziałów w monografiach (z lat 2012-2017 oraz roku 2021), z czego dwóch w Lecture Notes in Computer Science wydawnictwa Springer. Trudno nie uznać takich osiągnięć publikacyjnych za wyróżniające.

Na takim tle zauważalny jest brak prowadzonych przez habilitantkę grantów badawczych. W mojej ocenie może to być skutek raczej przyjętego sposobu oceny wniosków grantowych, gdzie zasadniczym parametrem jest okres czasu jaki upłynął od uzyskania doktoratu, niż wyznacznik atrakcyjności tematyki badanej przez habilitantkę, czy tym bardziej „jakości” uzyskanych dotychczas wyników.

Wysoka aktywność publikacyjna habilitantki nie przekłada się jeszcze na proporcjonalnie dużą, adekwatną do ich znaczenia ilość cytowań. W moim przekonaniu może to po części wynikać zarówno z niedawnej ich publikacji, jak i z faktu, że wyniki prezentowanych prac nie są „łatwe do poprawienia”. Obecne ich wartości są istotnie większe, od podanych we wniosku: liczba cytowań wg bazy Web of Science wynosi 62 (we wniosku podana była wartość 51), wg bazy Scopus 71 (we wniosku 59), wg bazy Google Scholar 148 (we wniosku 119). W mojej ocenie, są to wartości satysfakcjonujące na obecnym etapie.

Osiągnięcia dr Barbary Wolnik zostały docenione na macierzystej uczelni – w 2019 roku otrzymała Nagrodę Naukową Rektora Uniwersytetu Gdańskiego im. Profesora Karola Taylora, a w 2021 Nagrodę Rektora Uniwersytetu Gdańskiego (indywidualną, drugiego stopnia) za osiągnięcia naukowe udokumentowane publikacjami.

Pozostała działalność

Działalność dydaktyczna habilitantki jest wzorcowa. W 2012 roku otrzymała nagrodę „Nauczyciel Roku” im. Krzysztofa Celestyna Mrongowiusza i ponadto została dwukrotnie wyróżniona.

Jest także zaangażowaną propagatorką matematyki na poziomie szkolnym – działa zarówno samodzielnie (m.in. prowadzi regularne zajęcia z matematyki dla uczniów uzdolnionych matematycznie, oraz wiele - tj. ok. 40 rocznie - popularnonaukowych wykładów dla uczniów), a także wspierając prace innych osób (m.in. jest wieloletnim opiekunem studenckiego koła naukowego „Kolor”, jest jednym z liderów odpowiedzialnych za koordynację i organizację Pomorskich Meczów Matematycznych, była współorganizatorem i wykładawcą na 15 obozach naukowych „Polygony Matematyczne”, jest wieloletnim członkiem Okręgowej Komisji Olimpiady Matematycznej).

Za działalność organizacyjną i popularyzatorską habilitantka została czterokrotnie wyróżniona Nagrodami Rektora Uniwersytetu Gdańskiego (za różne osiągnięcia w latach 2010, 2014, 2015 i 2018).

Dr Barbara Wolnik była promotorem pomocniczym doktoranta na uniwersytecie w Gandawie (promotor prof. Bernard De Baets), który obronił się z wyróżnieniem, a obecnie pełni tę samą funkcję dla kolejnego doktoranta.

Konkluzja

Stwierdzam, że przedstawione przez panią dr Barbarę Wolnik osiągnięcia naukowe pod tytułem „*Wielowymiarowe automaty komórkowe z sąsiedztwem von Neumanna zachowujące sumę stanów*” oraz pozostałe dokonania z nadmiarem spełniają kryteria wymagane w postępowaniu o nadanie stopni doktora habilitowanego.

Zdecydowanie popieram wnioski o nadanie dr Barbarze Wolnik stopnia doktora habilitowanego.

Całość dokonań dr Barbary Wolnik, zarówno naukowych jak i pozostałych, uważam za godne wyróżnienia.

Handwritten signature of Mariusz J. Biały in blue ink.