

Gdańsk 28.10.2021

dr hab. Julian Szymański, prof. PG
Politechnika Gdańska
Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki
Katedra Architektury Systemów Komputerowych
ul. Narutowicza 11/13, 80-233 Gdańsk

RECENZJA

osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej

dr inż. Darjusza Jamróza

w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych

Niniejsza recenzja przygotowana została na zlecenie przewodniczącego rady dyscypliny Informatyki Technicznej i Telekomunikacji Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie (pismo z dnia 03.09.2021). Zgodnie ze wskazanym pismem recenzja zawiera ocenę osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej Kandydata.

1. Ocena osiągnięcia naukowego

Jako podstawę osiągnięcia naukowego z tytułu „Wprowadzenie wielowymiarowej rzeczywistości wirtualnej oraz metod analizy wielowymiarowych danych wraz z badaniami potwierdzającymi ich skuteczność” Habilitant podał następujący cykl 7 artykułów:

[A1] Jamróz D. (2020) Multidimensional virtual reality-MVR method: a new method of visualization of multidimensional worlds. *The Visual Computer* 36, 733–742. <https://doi.org/10.1007/s00371-019-01653-2> Research Domain: Computer Science, IF wg WoS: 1.456 (2019), 70 pkt. COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE ENGINEERING 60 of 108 Q3

[A2] Jamróz D. (2020) The examination of the effect of the criterion for neural network's learning on the effectiveness of the qualitative analysis of multidimensional data. *Knowledge and Information Systems* 62, 3263–3289. <https://doi.org/10.1007/s10115-020-01441-8>

Research Domain: Computer Science, IF wg WoS: 2.936 (2019), 100 pkt. COMPUTER

Sekretarz Rady Dyscypliny
Informatyka Techniczna i Telekomunikacja

02 -ii- 2021

lh

data wpływu

SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE 52 of 137 Q2 COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS 57 of 156 Q2

[A3] Jamróz D.(2017) The perspective-based observational tunnels method:A new method of multidimensional data visualization. *Information Visualization* 16(4), 346-360. <https://doi.org/10.1177/1473871616686634> Research Domain: Computer Science, IF wg WoS: 0.923 (2017), 30 pkt. (wg poprzedniej punktacji) COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE ENGINEERING 69 of 108 Q3

[A4] Jamróz D. (2020) The experimental study of the effectiveness of Kohonen maps and autoassociative neural networks in the qualitative analysis of multidimensional data by the example of real data describing coal susceptibility to fluidal gasification. *Neural Computing and Applications* 32, 15221–15235. <https://doi.org/10.1007/s00521-020-04875-x> Research Domain: Computer Science, IF wg WoS: 4.774 (2019), 100 pkt. COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE 23 of 137 Q1

[A5] Jamroz D. (2018) The Analysis of the Effectiveness of the Perspective-Based Observational Tunnels Method by the Example of the Evaluation of Possibilities to Divide the Multidimensional Space of Coal Samples. *Computational Science – ICCS 2018. 18th International Conference, Wuxi, China. Lecture Notes in Computer Science*, vol 10862, pp. 675-682. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93713-7_64 Kategoria A, WoS, 15 pkt (wg nowych zasad 140 punktów).

[A6] Jamroz D. (2018) Application of Perspective-Based Observational Tunnels Method to Visualization of Multidimensional Fractals. *Artificial Intelligence and Soft Computing. 17th International Conference ICAISC 2018, Zakopane. Lecture Notes in Artificial Intelligence*, vol 10842, pp. 364-375. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91262-2_33 Kategoria C, WoS, 15 pkt.

[A7] Jamróz D., Niedoba T., Pięta P., Surowiak A. (2020) The Use of Neural Networks in Combination with Evolutionary Algorithms to Optimise the Copper Flotation Enrichment Process. *Applied Sciences*, 10, 3119. Research Domain: Chemistry, Engineering, Materials Science, Physics, IF wg WoS: 2.474 (2019), 70 pkt. ENGINEERING, MULTIDISCIPLINARY 32 of 91 Q2 <https://doi.org/10.3390/app10093119>

Poniżej omówię i skomentuję główny wkład Habilitanta w cyklu publikacji wymienionych jako osiągnięcie naukowe.

W pracy [A1] przedstawiona została Autorska metoda MVR pozwalająca wyświetlać na ekranie widoki dowolnie wymiarowych obiektów. Umożliwia to obserwację wielowymiarowego świata oraz wykonanie analizy relacji obiektów w nim zagnieżdżonych. W pracy opisano procedurę służącą do uzyskania widoku wielowymiarowej rzeczywistości. Uważam, że zaproponowana metoda jest jedną z wielu możliwości jak takie rzutowanie można przeprowadzić. W pracy zabrakło dyskusji nad optymalnością zaproponowanego podejścia, oraz analizy ilości informacji jaka jest zachowywana przy takiej wizualizacji.

Autor przedstawia wyniki zastosowania metody MVR do weryfikacji zdolności poznawczych człowieka poprzez ocenę zdolności ludzi do postrzegania wysokowymiarowego świata z użyciem niżej wymiarowego surogatu. Przeprowadzone doświadczenia dla 4 i 5 wymiarów potwierdziły taką możliwość poprzez eksperymenty wykonane przez grupę studentów.

W zaprezentowanych wynikach wyraźnie widać, że liczba sukcesów odniesionych w grach zrealizowanych z użyciem tej metody silnie zależy od wyjściowej wymiarowości: przy 5 wymiarach jedynie 28% prób zakończonych zostało sukcesem. Prawdopodobnie przy większej liczbie wymiarów jakość ta będzie jeszcze bardziej spadała. W związku z tym określenie, że: „metoda MVR pozwala wyświetlić na ekranie komputera widoki dowolnie wymiarowych obiektów, z których można skonstruować dowolnie skomplikowany wielowymiarowy wirtualny świat” nie jest uprawniona ponieważ z eksperymentów wynika, że metoda umożliwia jedynie postrzeganie (i to przeprowadzeniu treningu przez osoby z niej korzystające) dodatkowych dwóch wymiarów. Prawdopodobnie czytelność takiej wizualizacji, wraz ze wzrostem wymiarowości będzie znacząco malała, więc nie jest wiadome czy zaproponowana metoda w takich przypadkach również będzie użyteczna.

W pracy zabrakło szczegółowej dyskusji odnośnie optymalności zaproponowanej wizualizacji. Jak pisze Autor, zaproponowana metoda jest pionierskim rozwiązaniem i nie ma do czego się porównać, jedynie do wcześniej realizowanych przez Habilitanta implementacji, które nie dawały satysfakcjonujących wyników. Uważam, że zaproponowaną przez Autora ocena zdolności ludzi do celowego poruszania się w wielowymiarowej przestrzeni z wykorzystaniem interfejsu redukującego te dane jest dobrą miarą oceny jakości takiej transformacji i z jej użyciem można porównać różne podejścia do wizualizacji.

Interesująca również byłaby ocena modelu opartego na uczeniu maszynowym, który potrafiłby również znaleźć wyjście z labiryntu. Zaznaczyć również należy, że odpowiedni sposób kodowania labiryntu prawdopodobnie pozwoliłby w pełni zachować informacje o położeniu obiektów w wysokowymiarowej przestrzeni, bez konieczności uciekania się do wizualizacji, która redukuje ilość informacji. Jednakże oczywistym jest fakt, że wizualizacja jest bardziej przyjazną dla człowieka formą prezentacji a specyficzne kodowanie wymagałoby

dodatkowego treningu orientacji w przestrzeni, więc z punktu widzenia ergonomii interfejsu podejście takie jest jak najbardziej zasadne.

W [A3] zaproponowana została metoda tuneli obserwacyjnych z perspektywą, gdzie wprowadzenie perspektywy powoduje, że w wizualizacji odległość pomiędzy dwoma punktami nie zależy jedynie od ich wzajemnej odległości lecz również od odległości osoby je obserwującej. W autoreferacie Habilitant pisze, że jest to rozwinięcie jego wcześniejszej metody jednak nie podano szczegółów pierwotnego podejścia. Zaproponowane rozszerzenie, polegające na wprowadzeniu do wizualizacji perspektywy, pozwala na istotną poprawę wizualizacji poprzez wprowadzenie funkcjonalności pozwalającej na uzyskanie dodatkowych informacji we wskazanym przez użytkownika obszarze. Zrealizowane zostało to poprzez przybliżenie i budowanie nowego, bardziej szczegółowego widoku. Podejście to uważam za bardzo praktyczne i użyteczne, szczególnie może ono przynosić korzyść w sytuacjach dużego zagęszczenia danych w pewnych obszarach podprzestrzeni wizualizowanego zbioru.

Skuteczność zaproponowanego podejścia została zbadana empirycznie poprzez eksperymenty przedstawione w [A3], gdzie poddane zostały analizie dane 5-cio wymiarowe uzyskane poprzez skanowanie tekstu i wyodrębnienie opisanych 5-ciu parametrami znaków. Ocena odbyła się poprzez określenie możliwości rozdzielenia danych jednej klasy od pozostałych po rzutowaniu w przestrzeń 2D. W pracy nie podano jednak sposobu wyznaczania rozdziału klas, która to umożliwiłaby ilościową ocenę metody tuneli obserwacyjnych. Zaproponowaną metodę rzutowania porównano z klasycznymi podejściami do redukcji danych wielowymiarowych PCA i MDS poprzez ocenę różnicowania dwóch klas znaków.

Nie wprowadzenie ilościowej metody oceny jakości tworzenia wizualizacji oraz przeprowadzenie eksperymentów na jedynie dwóch klasach są dostrzegalnymi brakami w dyskusji skuteczności opisaney metody.

W pracy [A3] wykonano również uzupełnienie rankingu siedmiu metod analizy jakościowej wielowymiarowych danych, wykonanych na 7-wymiarowych danych opisujących próbki węgla. Zaznaczyć należy, że umieszczenie w autoreferacie jako osobnego podrozdziału opisu potwierdzenia skuteczności metody tuneli obserwacyjnych z perspektywą dla innych danych (a wykonanego w ramach tego samego artykułu) jest utrudniające merytoryczny odbiór wkładu Autora.

Do porównania wybranych metod wprowadzono już jasne kryterium sprowadzające się do zbudowania krzywej składającej się z łuków do separacji klas, która składała się z mniejszej liczby punktów przegięcia. Kryterium to wskazało zaproponowaną przez Habilitanta metodę

jako najlepszą do wizualizacji 7-wymiarowych danych opisujących różne typy energetyczne węgla.

Artykuł [A6] opisuje zastosowanie metody tuneli obserwacyjnych do wizualizacji sztucznie wygenerowanych danych będącymi 5-wymiarowymi fraktalami. Porównano tu również widoki tych samych danych uzyskane przy użyciu metod redukcji wymiarowości: PCA, MDS oraz autoasocjacyjnych sieci neuronowych. Podobnie jak w przypadku wizualizacji liter w ocenie rezultatów zabrakło ilościowej oceny jakości porównującej wybrane metody. Do zalet podejścia opartego na tunelach obserwacyjnych należy przyjąć jej mniejszą złożoność w porównaniu do innych podejść. Metodę Autora wyróżnia również możliwość tworzenia większej liczby widoków, co w pewnych przypadkach może być korzystne i dawać lepsze wyniki podczas poszukiwania właściwej projekcji danych.

Praca [A5] demonstruje zastosowanie metody tuneli obserwacyjnych do podziału przestrzeni obrazów będącymi próbkami węgla ze względu na ich podatność na zgazowanie fluidalne, natomiast praca [A4] porównuje na tych danych skuteczność metod wizualizacji wykorzystujących mapy samoorganizujące się oraz autoasocjacyjne sieci neuronowe z wynikami uzyskanymi przy użyciu metody tuneli obserwacyjnych z perspektywą, PCA, MDS. Ocena metod wykonana została przez określenie liczby przegięć w krzywej rozdzielającej obszary o różnej podatności na zgazowanie. Wyniki eksperymentów wskazują na użyteczność metod wizualizacji do rozdzielenia danych reprezentujących obszary o różnej podatności do procesu zgazowania fluidalnego.

Do zalet metody Autora należy zaliczyć możliwość podziału przestrzeni próbek na obszary o różnej podatności do procesu zgazowania fluidalnego nawet przy zmianie warunków określających tą podatność. Co więcej budowane przez to podejście wizualizacje są bardzo czytelne porównywalne jakościowo do rzutowań wykonywanych przez sieci neuronowe.

Artykuł [A2] przedstawia wyniki zastosowania sieci autoasocjacyjnej do wizualizacji danych wielowymiarowych. Wkładem Autora jest tu zaproponowanie odmiennych celów uczenia niż klasyczne bazujące na rekonstrukcji wejścia. W pracy zaproponowano następujące sposoby uczenia sieci autoasocjacyjnej:

1. Trening obrazów wejściowych do klas które są kodowane na wyjściu metodą 'one hot'
2. Trening obrazów wejściowych do klas które są kodowane na wyjściu z użyciem jednego neuronu.
3. Trening obrazów wejściowych do losowych klas, których licznosc jest równa obrazom wejściowym a kodowanie klasy odbywa się z użyciem jednego neuronu.

Nie mogę się zgodzić z kilkoma stwierdzeniem, które Autor zamieścił w autoreferacie w szczególności: „(...) wykorzystania sieci neuronowych, gdzie przeważnie wskaźnikiem prawidłowego działania sieci jest stopień jej nauczania”; typowo celem treningu sieci neuronowych jest uzyskanie jak najmniejszego błędu generalizacji, który pośrednio oceniany jest na zbiorze walidacyjnym a nie testowym.

Opisywany w [A2] czytelny podział wyników wizualizacji uzyskany przez sieć niedotrenowaną jak i sieć z losowymi indeksami wag nie wydaje się czymś zaskakującym i nowym – zjawisko uzyskiwania dobrych separacji z użyciem losowych projekcji jest powszechnie stosowanym podejściem przy wizualizacji wielowymiarowych danych do czego Autor powinien odnieść się w dyskusji uzyskanych wyników.

Artykuł [A7] prezentuje wyniki analizy danych uzyskanych z urządzeń przeprowadzających flotację. Proces ten był obserwowany 5 parametrami, a sterowanie nim odbywało się z użyciem 3 parametrów. W celu ustalenia ustawień procesu wykonano model oparty na sieci neuronowej dokonujący odwzorowania przestrzeni obserwowanych parametrów do danych obrazujących najlepsze wyniki wzbogacania. Model pracy urządzenia flotacyjnego został zoptymalizowany z użyciem algorytmu ewolucyjnego. Wnioski, które uzyskano z przeprowadzonych eksperymentów wydają się dość oczywiste: pierwszy możliwość zastosowania sieci neuronowej do redukcji wymiarowości. Drugi rezultat jest silnie zależny od danych – odnalezienie wektora parametrów dla pewnego szczególnego procesu. W mojej opinii jest to mało ogólny wniosek.

Podsumowując, jako najważniejsze osiągnięcia Kandydata wskazuję:

1. Zaproponowanie Autorskiej metody umożliwiającej graficzną prezentację w trzech wymiarach widoków 4 i 5 wymiarowego świata,
2. Opracowanie Autorskiej metody tuneli obserwacyjnych z perspektywą do wizualizacji danych,
3. Eksperymentalne wykazanie skuteczności metody tuneli obserwacyjnych z perspektywą na danych sztucznych i rzeczywistych oraz porównanie jej z innymi podejściami do wizualizacji,
4. Zaproponowanie odmiennych niż klasycznie kryteriów uczenia sieci neuronowej do analizy jakościowej wielowymiarowych danych,
5. Wykazanie skuteczności analizy wielowymiarowych danych przeprowadzonej przy użyciu sieci neuronowej połączonej z algorytmem ewolucyjnym.

W skład cyklu wchodzi 5 artykułów indeksowanych na liście JCR oraz 2 artykuły konferencyjne indeksowane w WoS. Zgłoszone osiągnięcie naukowe jest dużym wkładem własnym

Habilitanta: jest on jedynym autorem 6 publikacji, a w jednej jest głównym autorem. Przedstawiony cykl wiąże tematyka graficznej prezentacji danych, co w dobie przetwarzania danych wysokowymiarowych, dla których konieczne jest opracowanie nowych metod wizualizacji jest tematyką aktualną i istotną.

Zaznaczyć należy, że pomimo kilku uwag zgłoszonych w recenzji cykl prezentuje wartościowy wkład w rozwój nauki i w mojej opinii spełnia wymogi określone w ustawie „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” i oceniam go pozytywnie.

2. Ocena istotnej aktywności naukowej

Poniżej podsumuję i omówię pozostałe naukowe, organizacyjne i dydaktyczne aktywności Habilitanta.

W bazie WoS jest zaindeksowanych 19 artykułów (zarówno materiałów konferencyjnych jak i opublikowanych w renomowanych czasopismach) których Habilitant jest autorem. W mojej opinii jest dość niską liczbą jak dla kandydata do stopnia doktora habilitowanego. Poza tymi pracami Habilitant w swoim autoreferacie wymienia współautorstwo monografii oraz kilka dodatkowych artykułów publikowanych w mniej prestiżowych czasopismach i materiałach konferencyjnych.

H-index Habilitanta w/g WoS wynosi 8, co mieści się w średniej dla osób wnoszących o stopień doktora habilitowanego. Zaznaczyć należy, że większa część cytowań jest cytowaniami własnymi.

Kandydat był nagradzany za swoją działalność organizacyjną i naukową, jak również wykonał dwie ekspertyzy.

Habilitant prowadził działalność dydaktyczną i badawczą na dwóch uczelniach realizując zajęcia na AGH w Krakowie oraz WSTiE w Suchej Beskidzkiej.

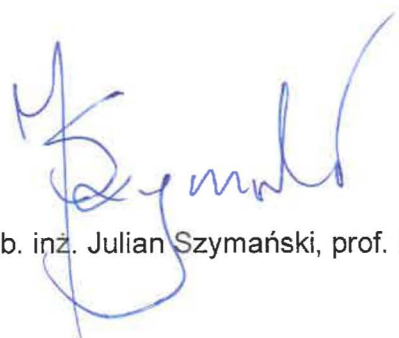
Habilitant brał udział w dwóch grantach badawczych finansowanych przez NCN, we wniosku brak jest jednak informacji w jakiej roli. Zaznaczyć należy brak prowadzenia przez Kandydata jakiegokolwiek grantu badawczego.

Jedyna wymieniona we wniosku działalność naukowa na arenie międzynarodowej jest związana z recenzowaniem kilku artykułów dla czasopism indeksowanych w WoS, wystąpieniami na konferencjach oraz członkostwo w Komitecie jednej konferencji.

Przedstawiona przez Kandydata pozostała aktywność naukowa, w mojej opinii, jest dość skromna, niemniej jednak spełnia wymagania stawiane w stosownej ustawie i oceniam ją pozytywnie.

3. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę przedstawiony cykl publikacji pt. „Wprowadzenie wielowymiarowej rzeczywistości wirtualnej oraz metod analizy wielowymiarowych danych wraz z badaniami potwierdzającymi ich skuteczność” oraz pozostałe aktywności naukowe Kandydata uważam, że spełniają one kryteria określone stosownej ustawie do nadania stopnia doktora habilitowanego nauk inżynierjno – technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja i oceniam je pozytywnie. W związku z tym wnoszę o dopuszczenie Kandydata do dalszych etapów procedury habilitacyjnej.



dr hab. inż. Julian Szymański, prof. PG