



Prof. dr hab. inż. Cezary Orłowski

Gdańsk, 2023-06-07

Centrum Zawansowanych Badań IBM w Gdańsku (IBM CAS)

Uniwersytet WSB Merito w Gdańsku

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr inż. Marka Kannchena

Zastosowanie arytmetyki przyrostów do adaptacji wybranych algorytmów wspomaganie decyzji

napisanej w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie na

Wydziale Informatyki

pod kierunkiem **dr hab. inż. Mariusza Borawskiego prof. US** oraz **dr hab. inż.**

Pawła Ziemby

1. Znaczenie tematyki pracy

To bardzo ciekawa praca dotycząca problematyki niepewności danych (niedokładności danych). Mimo że temat pracy dotyczy stosowania arytmetyki przyrostów do adaptacji wybranych algorytmów wspomaganie decyzji kontekst pracy jest posadowiony w środowisku analizy danych niepewnych.

Przetwarzanie danych niepewnych to jeden z ważnych trendów informatyki, który wymaga szczegółowych analiz. Znaczące zasoby danych Big Data a także rozwój Internetu Rzeczy wskazuje, że tematyka ta, mimo że od wielu lat jest powszechna w wielu publikacjach naukowych wymaga szczegółowej analizy. Autor w tym celu podjął się oceny możliwości wykorzystania istniejącej metody wspomaganie decyzji PVM i zastosował dla jej rozwoju arytmetykę przyrostów tworząc tym samym nową metodę wspomaganie decyzji, którą nazwał PVM-VSI.

To ciekawe podejście z punktu widzenia informatyki w którym rozwija się istniejące metody a nie tworzy się nowych bez analizy możliwości rozwoju tych istniejących. To także bardzo ważne podejście z punktu widzenia twórców metod, kiedy widzą oni jak społeczność wpływa na ich rozwój. Dlatego też uważam, że tematyka pracy mieści się we współczesnych trendach informatyki a zwłaszcza w analizie Big Data i Internetu Rzeczy.

2. Konstrukcja pracy i jej ocena

Dla realizacji postawionego celu pracy oraz tezy pracy została ona podzielona na cztery główne części. To klasyczny przykład budowy pracy doktorskiej w której analiza istniejących rozwiązań głęboko posadowiona jest na fundamentach rozwoju określonych metod i pozwala czytelnikowi na oszacowanie na ile opracowane rozwiązanie jest rozwiązaniem nowatorskim.

Stąd też analiza rozdziału pierwszego istoty wielokryterialnego podejmowania decyzji pokazuje jak głęboko autor uzasadnił celowość realizacji pracy. Proces podejmowania decyzji tak obecny we współczesnym życiu jak też w rozwoju wielu dyscyplin naukowych został szczegółowo mówiony. Następnie wskazano na preferencje w podejmowaniu decyzji wskazując na istotne z punktu widzenia decyzji czynniki. Kolejny aspekt implementacyjny rozdziału pierwszego to pokazanie w jakich obszarach te metody wspomaganie decyzji mogą być stosowane. Rozdział pierwszy miał za zadanie wprowadzenia czytelnika w problematykę pracy natomiast rozdział drugi dawał czytelnikowi informacje o tym jak głęboko w problematykę wspomaganie decyzji sięga autor.

Prezentując w tej części pracy podstawy metodyczne opracowanej metody konieczne stało się, aby zakładając, że rozwija metodę PVM przedstawił tę metodę. Konieczne także było, aby pisząc o arytmetyce przerostów przedstawił podstawę arytmetyki przyrostów. Wydaje się także że z uwagi na to, że metoda PVM jest współautorską metodą rozwijaną przez jednego z promotorów tej pracy konieczne było, aby pokazać znaczenie tej metody uwzględniając tę najbardziej znaną jaką jest metoda AHP. Doskonale rozumiem więc pomysł tego rozdziału, aby nie odnosiło się wrażenia, że

rozwijamy wąską współautorską budowaną w jednym środowisku naukowym Uniwersytetu Zachodniopomorskiego metody a pokazać jej znaczenie w odniesieniu do tych najbardziej znanych.

Ten rozdział pokazuje po pierwsze znaczenie prowadzonych badań przez naukowców Uniwersytetu Zachodniopomorskiego a po drugie pozwala czytelnikowi na obiektywne ocenianie kolejnych etapów prac

Rozdział trzeci to rozdział o charakterze modelowym w którym autor pokazuje w jaki sposób można połączyć istniejącą metodę PVM z arytmetyką przyrostów. Prezentuje także w jaki sposób to połączenie jest realizowane. Pokazuje też co jest bardzo istotne znaczenie hybrydy obu metod i jej odniesienia do tych istniejących. To taki przykład inżynierskości prowadzenia badań naukowych w których wszystkie przygotowywane przez nas rozwiązania są weryfikowane z punktu widzenia tych istniejących.

Czytanie tej pracy odzwierciedla stan, w którym autor na każdym etapie pamięta o tym, aby wprowadzone przez niego rozwiązanie było weryfikowane a nie stanowiło konceptu myślowego trudnego do oceny. Takie podejście ułatwia recenzentowi przygotowanie opinii tej pracy. Dlatego w rozdziale trzecim pokazano jak konieczny jest rozwój metody PVM jak też pokazuje, dlaczego arytmetyka przyrostów tak wpisuje się w metodę PVM. Z tego też powodu rozdział trzeci w którym opisane jest połączenie obu metod jest rozdziałem, który jest najważniejszy z punktu widzenia tej pracy. Jeżeli założymy, że celem pracy jest zastosowanie arytmetyki przyrostów to pokazanie rozwoju metody PVM-VSI jest realizacją zakładanego celu pracy.

Tak jak wspomniałem każdy z rozdziałów kończy się podsumowaniem, w którym odnosi się osiągnięcie przedstawione w tym rozdziale do istniejących tak również w tym rozdziale porównano opracowane rozwiązanie z tymi istniejącymi. Dla wzmocnienia realizacji celu pracy autor przygotował rozdział czwarty w którym pokazał w jakim stopniu opracowana metoda może być zastosowana i zweryfikowana dla realnych sytuacji. Dlatego też podrozdziały 4.1 i 4.2 prezentują przykłady zastosowania tej metody w planowaniu budżetu obywatelskiego a także wyboru rodzinnego samochodu o napędzie elektrycznym. To z jednej strony przykłady z życia codziennego, ale z drugiej

strony przykłady pokazujące, że opracowany rozwiązanie nie jest rozwiązaniem wyłącznie o modelowym znaczeniu, ale może znaleźć zastosowanie w realnych sytuacjach.

Pracę podsumowują wnioski i ocena realizowanych prac. Wydaje się, że zarówno wnioski jak i ta ocena pokazują jak konsekwentnie dąży Autor tej pracy do realizacji celu. Dlatego w podsumowaniu tak wielokrotnie wskazuje się na znaczenie budowy tej hybrydy, ale też na jej zastosowanie

Wydaje się, że czytanie tej pracy daje recenzentowi dużą przyjemność oceny rozwiązania o charakterze inżynierskim, precyzyjnie opisanego jak też odniesionego do kanonów informatyki. Przecież wszyscy zakładamy, że budujemy rozwiązanie o charakterze przyrostowym a połączenie metody PVM-VSI z istniejącą metodą pozwala na wyciągnięcie takich wniosków.

Pojawia się też ogólne wrażenie przy czytaniu tej pracy, gdzie wydaje się, że obaj promotorzy tej pracy dołożyli wielu starań, aby ta praca nie zawierała zbędnych tekstów, nie była zbyt rozbudowana a koncentrowała się tylko na najważniejszych aspektach metodologicznym i weryfikacyjnym. Dlatego przy czytaniu tej pracy wielokrotnie analizowano znaczenie tej pracy dla informatyki.

Wydaje się, że w tym miejscu zabrakło recenzentowi pewnych istotnych odniesień. Pierwsze z nich koncentruje się na postrzeganiu metody i jej rozwoju głównie z punktu widzenia samej metody i braku odniesienia tej metody do szerokiego kontekstu rozwoju informatyki. We wprowadzeniu pisałem o znaczeniu niepewności danych i wykorzystaniu tej niepewności do analizy i stosowania określonych metod. Na rysunku 2.1 autor pokazał, jak zmienia się postrzeganie liczb i danych i wydaje się, że zabrakło pokazania na ile to postrzeganie danych przekłada się na metody przetwarzania danych z punktu widzenia podejmowania decyzji.

Wydaje się także że konieczne byłoby uwzględnienie w pracy właśnie szerokiego kontekstu generatorów danych niepewnych jakimi są Big Data i Internet Rzeczy. Taki szeroki kontekst wskazywał na znaczenie analizy danych niepewnych i stosowania takich podejść jak modelowanie rozmyte lub inne metody. Wydaje się też, że warto byłoby pokazać ten szerszy kontekst.

Recenzent analizując przyczyny braku tego szerokiego kontekstu do prezentacji pracy zwrócił uwagę na analizę stanu literatury i wydaje się, że autor przyjął metodę, w której pokazuje najnowsze badania, ale pokazuje też prace o charakterze źródłowym. To bardzo dobre podejście w prowadzeniu badań. Dlatego nie dziwiły mnie prace z lat 50 i 70, bo traktowałem je jako prace źródłowe w których koncepcje sposobu przetwarzania danych były prezentowane. Byłem jednak zdziwiony, że wśród tych prac zabrakło prac Lofti Zadecha tak ważnych z punktu widzenia procesu przetwarzania danych.

3. Proces badawczy i jego ocena

Proces badawczy przedstawiony w pracy jest bardzo uproszczony, ale czytelny. Stawia się tezę pracy oraz realizuje się cel pracy, której zadaniem jest potwierdzenie tej tezy. Aby zrealizować cel pracy autor przyjął rozwiązanie w której na podstawie analizy stanu literatury określa stan dotychczasowych metod wspomaganie decyzji. Wskazuje na istotę i znaczenie niepewności pomiarów, buduje metodę, która uwzględnia tę niepewność pomiarów a następnie opracowaną metodę weryfikuje się.

Taki układ pracy stanowi podstawę do wykazania, że autor zrealizował cel pracy jednocześnie potwierdzając stawianą przez siebie tezę.

W realizacji procesu badawczego autor bardzo wnikliwie poddał ocenie stan istniejących metod i poświęcił temu znaczącą część swojej pracy. Następnie wskazał na dwa punkty wyjścia do opracowania własnej metody: istniejąca metoda PVM oraz analityka przyrostów po to, aby w rozdziale trzecim o charakterze modelowym przedstawić to połączenie. Rozdział czwarty jest rozdziałem weryfikacyjnym. Taki układ pracy wydaje mi się potwierdza także możliwość weryfikacji stawianej tezy i celu pracy.

Jeżeli jednak przyjrzymy się układowi rozdziałów i założymy, że kluczowym elementem tej pracy jest pokazanie połączenia arytmetyki przyrostów i metody PVM to ta część realizowanych przez autora zadań jest przedstawiona na dziewięciu stronach tej pracy. Recenzent nie wnika jaka liczba stron powinna być poświęcona na przedstawienie własnego rozwiązania natomiast wydaje się, że ta część pracy jest najważniejsza pokazująca tę hybrydę i wówczas konstrukcja tego rozdziału mająca silny aspekt poznawczy powinna być zdecydowanie bardziej rozbudowana.

W tym miejscu pojawia się także kilka pytań dotyczących struktury rozdziału trzeciego jako tego która stanowi podstawę dla określenia procesu badawczego tej pracy.

Można przyjąć, że szczegółowy opis proponowanego podejścia został przedstawiony w rozdziale 3.2 gdzie etapy postępowania przedstawiono na rysunku 3.1 uwzględniające zarówno istniejącą metodę jak i zastosowanie arytmetyki przyrostów. Należy również zwrócić uwagę, że autor po prezentacji metody w rozdziale 3.3 porównał zaproponowaną metodę z istniejącymi. Dlaczego autor zastosował (skoro zajmuje się analizą wielokryterialną) do oceny istniejących metod tylko kryteria wad i zalet.

Ocena tej części pracy wskazuje, że mogę z pełnym przekonaniem powiedzieć, że jest to dobrze zrealizowana praca badawcza, w której z jednej strony identyfikuje się stan badan w zakresie algorytmów wspomaganie decyzji z drugiej strony pokazuje się przełożenie tych algorytmów na rzeczywiste parametry procesy wspomaganie decyzji. Stąd też mimo uwag do opisu prowadzonych badan proces badawczy uważam za poprawny.

4. Zasoby dla realizacji procesu badawczego i ich ocena

Wydaje się, że autor w realizacji tej pracy dysponował dwoma typami zasobów. Po pierwsze wiedzą dotyczącą istniejących metod i algorytmów podejmowania decyzji jak też możliwościami rozwoju tych algorytmów i metod. W pracy wyraźnie widać silną relację i współpracę pomiędzy autorem tej pracy a promotorem, który znając ramy metody PVM wspomagał doktoranta. Kolejnym zasobem, który był niezbędny do realizacji celu tej pracy to wiedza dotycząca dwóch środowisk weryfikacji proponowanej metody a mianowicie planowania budżetu obywatelskiego oraz planowania zakupów.

Z zewnątrz wydaje się, że te dwa zasoby nie są zbyt złożone natomiast zastosowanie opracowanej metody do podejmowania decyzji zarówno w jednym obszarze jak i drugim wymaga wiedzy z obu obszarów. Wymaga także umiejętności przetwarzania tej wiedzy na tę która jest niezbędna z punktu widzenia procesu przetwarzania. Dlatego, mimo że może wydawać się, że dla realizacji celu tej pracy liczba zasobów nie jest znaczna to jednak ich adekwatność dla weryfikacji metody wydaje się właściwa.

Przed analizą zasobów tej pracy rozważałem na ile istotne byłoby kategoryzowanie tych zasobów z punktu widzenia procesów zarządczych i ewentualnie poszukiwania innych obszarów zastosowania tej metody. Natomiast obecnie wydaje mi się, że to pytanie odnosi się do pewnego ogólnego traktowania zasobów- danych niepewnych. Zarówno budżet obywatelski jak również zakupy wydają się problemami lokalnymi i pytanie na ile te dane są niepewne i w jakim stopniu proponowana w pracy metoda PVM-VSI ma zdecydowanie szersze zastosowanie.

5. Ocena pracy - Stopień spełnienia kryteriów pracy doktorskiej

Podstawą do oceny pracy (po wprowadzeniu, w którym pokazano z jednej strony znaczenie pracy, kolejno omawiając konstrukcję pracy i jej ocenę a także proces badawczy jego ocenę) należy odnieść się do kryteriów ceny pracy doktorskiej. Zgodnie z art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” przyjmuje się trzy ustawowe kryteria stawiane pracom doktorskim:

1. Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Doktoranta w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.
2. Rozprawa doktorska dowodzi umiejętności Doktoranta w zakresie samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.
3. Praca stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego lub rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej.

Chciałbym odnieść się do tych kryteriów, aby na ich podstawie ocenić tę pracę. Biorąc pod uwagę kryterium pierwsze jestem przekonany, co do tego, że przedstawiona praca doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną w zakresie informatyki i zarządzania, odnosząc się do budowy algorytmów procesów wspomaganie decyzji. Przedstawione w rozdziale pierwszym i drugim pojęcia i ich opis jak też relacje między pojęciami i ich odniesienie do rzeczywistych zastosowań systemów wspomaganie decyzji pokazują, że autor swobodnie porusza się w problematyce algorytmów systemów wspomaganie decyzji i przetwarzania danych niepewnych.

W przypadku kryterium drugiego, kiedy stwierdza się, że rozprawa doktorska dowodzi umiejętności doktoranta w zakresie samodzielnego prowadzenia pracy naukowej wydaje mi się, że ta praca w pełni pokazuje, że doktorant:

- Po pierwsze na podstawie analizy wielokryterialnych procesów podejmowania decyzji potrafi wykorzystać istniejące metody i rozważyć oraz zastosować adekwatne dla problemów danych niepewnych arytmetykę przyrostów budując nową metodę procesów wspomaganie decyzji realizując tezę i cel pracy.
- Potrafi przeprowadzić badania i wyciągnąć na podstawie tych badań wnioski. Przyglądając się tej pracy i jej podziałowi na część opisową i dokumentacją z badań mogę stwierdzić, że oczekiwałbym wielu prac doktorskich w podobny sposób skonstruowanych.

Uwzględniając kryterium 3 (wskazujące, że praca stanowi oryginalne rozwiązanie naukowe lub rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań w sferze gospodarczej lub społecznej) należy stwierdzić, że sama konstrukcja pracy wskazuje na spełnienie tego kryterium. W pracy tej bada się w warunkach rzeczywistych zastosowanie metody w systemach wspomaganie decyzji rozszerzając zakres metod o dane niepewne.

Otrzymane wyniki pokazują, że jest to praca mająca silne odniesienie w praktyce i może stanowić wsparcie dla procesów podejmowania decyzji. Wydaje się także, że praca ta stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. O ile większość prac koncentruje się na zastosowaniu istniejących metod autor zaproponowała nowe rozwiązanie wykorzystując adekwatną dla problemów danych niepewnych arytmetykę przyrostów.

6. Ocena pracy -Konkluzja

Konkludując, syntetyczna ocena rozprawy doktorskiej Pana **mgr inż. Marka Kannchena** pozwala na stwierdzenie, że:

- Autor zaprezentował naukowe rozwiązanie postawionego problemu i osiągnął założony cel pracy.

- Wykazał się umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań naukowych w obszarze, który wymaga znacznej wiedzy i doświadczenia i jest obszarem zdecydowanie trudnym do zbadania.
- Praca świadczy o dobrej znajomości literatury oraz problemów praktycznych z zakresu procesów podejmowania decyzji oraz o wysokim poziomie wiedzy Autora w tym zakresie.
- Praca wykazuje, że Autor potrafi analizować i dokumentować wyniki badań, a także posiada opanowany aparat badawczy.
- Rozprawa zawiera oryginalne, ważne dla praktyki gospodarczej wnioski, stanowiące dorobek naukowy Autora.

Wnioski powyższe uzasadniają stwierdzenie, że recenzowana rozprawa doktorska Pana **mgr inż. Marka Kannchena** spełnia wymagania określone w Ustawie o tytule naukowym i stopniach naukowych i wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony.



Cezary Orłowski