

STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Zastosowanie arytmetyki przyrostów do adaptacji wybranych algorytmów wspomagania decyzji

Autor: mgr inż. Marek Kannchen

Promotor: dr hab. inż. Mariusz Borawski, prof. US

Promotor pomocniczy: dr hab. inż. Paweł Ziemia

Człowiek na każdym niemal kroku swojego życia podejmuje decyzje. Są one istotniejsze lub mniej istotne dla niego, jak i jego otoczenia (rodziny, współpracowników), w zależności od problemu decyzyjnego. Podejmujący decyzję może odczuwać jej skutki w krótszym (codzienne zakupy) bądź w dłuższym okresie (kupno domu, samochodu). Niektóre z decyzji wiążą się z wydaniem znacznych środków z budżetu decydenta lub innych podmiotów (własnej firmy, zakładu pracy). Istnieje więc potrzeba wykorzystania narzędzi wspomagania decyzji. Większość stosowanych wielokryterialnych metod wspomagania decyzji, w których do porównania wariantów stosuje się oceny jakościowe pozyskane od decydenta lub oceny jakościowe wraz z ilościowymi nie uwzględnia w swojej procedurze nieprecyzyjności informacji podanej przez decydenta w procesie obliczeniowym. Nieprecyzyjność może wynikać z niespójności ocen, np. przy porównywaniu wariantów parami, lub być wynikiem niepewności decydenta odnośnie do ocen wariantów według poszczególnych kryteriów. Istnieje zatem prawdopodobieństwo, że w przypadku jednakowych bądź zbliżonych ocen dwóch lub więcej wariantów powstały w procesie decyzyjnym ranking nie będzie w pełni odzwierciedlał preferencji decydenta. Potrzebne są zatem badania polegające na modyfikacji istniejących metod celem uwzględnienia w nich nieprecyzyjności/niespójności ocen.

Głównym celem rozprawy doktorskiej było wykorzystanie arytmetyki przyrostów do modyfikacji wybranych metod podejmowania decyzji. Zastosowanie elementów arytmetyki przyrostów w wybranej metodzie ma na celu uwzględnienie nieprecyzyjności informacji wykorzystywanej w procesie podejmowania decyzji, a dzięki temu dokładniejsze odwzorowanie preferencji decydenta.

W ramach pracy zaimplementowano arytmetykę przyrostów dla metody PVM, co rozszerzyło jej możliwości w procesie decyzyjnym. Ranking utworzony metodą PVM rozszerzoną o arytmetykę przyrostów jest bardziej wiarygodny, gdyż w przypadku identycznych bądź zbliżonych ocen decydent ma możliwość porównania wielkości odchylenia standardowego czyli niespójności/nieprecyzyjności ocen. Na tej podstawie może określić, który z wariantów jest „lepiej określony” w rankingu.

Metodę autorską z powodzeniem zastosowano w przykładowych badaniach, w których decydent dokonał oceny wariantów na podstawie kryteriów jakościowych (I badanie) bądź kryteriów jakościowych wraz z ilościowymi (II badanie), a dzięki badaniu odchylenia standardowego mógł ocenić, który z wariantów jest „lepiej określony” w rankingu.

26.04.2023 r.

Marek Kannchen

DOCTORAL THESIS ABSTRACT

Application of incremental arithmetic for adaptation of selected decision support algorithms

Author: mgr inż. Marek Kannchen

Supervisor: dr hab. inż. Mariusz Borawski, prof. US

Assistant supervisor: dr hab. inż. Paweł Ziomba

A person makes decisions at almost every step of his life. They are more or less important for him, as well as for his environment (family, co-workers), depending on the decision problem. The decision-maker may be affected in the shorter (daily shopping) or longer term (buying a house, a car). Some of the decisions involve spending significant resources from the decision-maker's budget or from other entities (own company, workplace). So there is a need to use decision support tools. Most of the multi-criteria decision support methods in use, which use qualitative assessments obtained from the decision-maker or qualitative assessments together with quantitative ones to compare the options, do not take into account in their procedure the imprecision of the information provided by the decision-maker in the calculation process. The imprecision may be due to inconsistencies in the evaluations, such as when comparing alternatives in pairs, or may be the result of the decision-maker's uncertainty about the evaluations of the alternatives according to particular criteria. It is therefore likely that in the case of equal or similar ratings of two or more alternatives, the resulting ranking in the decision-making process will not fully reflect the decision-maker's preferences. Thus, research is needed to modify existing methods to account for the imprecision/inconsistency of ratings.

The main objective of the dissertation was to use incremental arithmetic to modify selected decision-making methods. The use of elements of incremental arithmetic in the selected method is intended to take into account the imprecision of the information used in the decision-making process, and thus more accurately represent the preferences of the decision-maker.

As part of the work, incremental arithmetic was implemented for the PVM method, which extended its capabilities in the decision-making process. The ranking created by the PVM method augmented with incremental arithmetic is more reliable, because in the case of identical or similar ratings, the decision-maker has the opportunity to compare the size of the standard deviation, i.e. the inconsistency/ imprecision of the ratings. On this basis, he can determine which option is "better determined" in the ranking.

The author's method was successfully applied in exemplary studies in which the decision-maker evaluated the variants on the basis of qualitative criteria (the 1st study) or qualitative criteria together with quantitative criteria (the 2nd study), and through the study of the standard deviation he could assess which of the variants is "better determined" in the ranking.

26.04.2023 r.

Marek Kannchen

Dr hab. Zygmunt Mazur, prof. uczelni
Politechnika Wrocławska
Wydz. Informatyki i Telekomunikacji
Katedra Informatyki Stosowanej
zygmunt.mazur@pwr.edu.pl

Wrocław, 10 sierpnia 2023 r.



Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr inż. Marka Kannchena

zatytułowanej

Zastosowanie arytmetyki przyrostów do adaptacji wybranych algorytmów wspomaganie decyzji

Promotor rozprawy: dr hab. inż. Mariusz Borawski, prof. US

Promotor pomocniczy: dr hab. inż. Paweł Ziemba

Dziedzina: nauki techniczne

Dyscyplina: informatyka

Podstawą opracowania recenzji jest pismo

Pana Prof. dr hab. inż. Jerzego Pejasia, prof. ZUT,

Dziekana Wydziału Informatyki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu

Technologicznego w Szczecinie, z dnia 11 maja 2023 r

1. Problem badawczy w rozprawie i jego znaczenie

1.1. Cel, zakres i charakter rozprawy

Codziennie podejmujemy na każdym kroku swojego życia podejmujemy wiele przeróżnych decyzji, bardzo istotnych w naszym życiu prywatnym i zawodowym - zarówno dla siebie, rodziny, a także dla współpracowników. Decyzje są podejmowane indywidualnie lub grupowo. Podjęcie złej decyzji może doprowadzić do dużych strat finansowych, wielkich niepowodzeń czy nawet groźnych katastrof.

Tematem przewodnim rozprawy doktorskiej jest problematyka przedstawienia nowych metod wspomagających podejmowanie decyzji.

Zgodnie definicją podaną w Encyklopedii Zarządzania „*podejmowanie decyzji*” stanowi proceduralno-technologiczną cechę procesu zarządzania o wielorakich uwarunkowaniach ekonomicznych i psychosocjologicznych. Podejmowanie decyzji można rozpatrywać w dwóch znaczeniach:

- a) w szerokim znaczeniu jest to złożony proces, na który składają się: rejestracja i ocena informacji, identyfikacja problemu decyzyjnego i zastosowanie przyjętego kryterium wyboru, określenie i wydanie decyzji (zadania decyzyjnego) oraz rejestracja informacji o jej wykonaniu.
- b) w drugim - wąskim znaczeniu - podejmowanie decyzji jest tylko jednym z etapów procesu decyzyjnego i oznacza świadomy akt woli decydenta dokonującego nielosowego wyboru jednego, ze zbioru możliwych wariantów rozwiązania problemu decyzyjnego (warianty te oczywiście muszą być wcześniej zidentyfikowane lub zaprojektowane).

Istotnym utrudnieniem w procesie decyzyjnym jest sytuacja, w której konieczne jest dokonywanie oceny czynników jakościowych, trudnych do zmierzenia w kategoriach ilościowych. Rozwiązywanie problemów decyzyjnych wymaga uwzględnienia nie jednego, lecz wielu kryteriów decyzyjnych.

1.2. Tematyka, cel i teza rozprawy

Zasadnicza tematyka rozprawy doktorskiej dotyczy problemu badawczego związanego z odpowiedzią na pytanie: „*czy można metody nieuwzględniające nieprecyzyjność informacji poddać modyfikacji, która pozwoliłaby w rankingach za pomocą tych metod otrzymanych określić poziom nieprecyzyjności i by w przypadku niewielkiej różnicy w ocenach z zastosowaniem kryteriów jakościowych, badając poziom nieprecyzyjności, można było uwzględnić ją przy ustalaniu miejsc poszczególnych wariantów w rankingu*”. Rozwiązując przedstawiony powyżej problem naukowy Doktorant zdefiniował cel rozprawy oraz postawił tezę swojej rozprawy doktorskiej.

Celem recenzowanej rozprawy doktorskiej jest zbadanie możliwości wykorzystania arytmetyki przyrostów do modyfikacji wybranych metod podejmowania decyzji (str. 4).

Główna teza rozprawy doktorskiej (str. 4) zakłada, że „*zastosowanie elementów arytmetyki przyrostów w wybranej metodzie pozwoli na uwzględnianie nieprecyzyjności informacji wykorzystywanej w procesie podejmowania decyzji, co skutkuje dokładniejszym odwzorowaniem preferencji decydenta*”.

Tematyka rozprawy w pełni wpisuje się w zakres dziedziny nauk technicznych, w dyscyplinie informatyka.

1.3. Układ rozdziałów w rozprawie

Rozprawa doktorska liczy 167 stron i składa się z czterech rozdziałów. W wprowadzeniu do rozprawy zdefiniowano cel, przedstawiono tekst tezy i omówiono zakres rozprawy. W rozdziale pierwszym rozprawy zdefiniowano podstawowe pojęcia, przedstawiono podstawy teorii procesu podejmowania decyzji, istotę wielokryterialnego procesu podejmowania decyzji, zaprezentowano rolę preferencji decydentów w procesie podejmowania decyzji oraz nakreślono zagadnienie dotyczące wspomagania wielokryterialnego podejmowania decyzji.

W rozdziale drugim zaprezentowano przesłanki zastosowania arytmetyki przyrostów, przybliżono teorię zbiorów rozmytych, arytmetyki przedziałowej, reprezentacji L-R oraz rozszerzonej arytmetyki przedziałowej. Opisano także arytmetykę przyrostów wraz z przestrzenią wektorową przyrostów. Na koniec zaprezentowano istniejące metody wielokryterialnego wspomagania decyzji AHP i PVM, które mogą być podstawą opracowania nowej metody uwzględniającej nieprecyzyjność ocen decydenta w badanym problemie decyzyjnym.

W rozdziale trzecim przedstawiono argumenty uzasadniające wybór metody PVM, w której została zaimplementowana arytmetyka przyrostów. Opisano metodę opartą na metodzie PVM wykorzystującą arytmetykę przyrostów do wyliczenia niezgodności ocen decydenta - metodę PVM-VSI. Metodę PVM-VSI porównano z wykorzystywanymi najczęściej we wspomaganiu podobnych problemów decyzyjnych, metodami wspomagania decyzji.

W rozdziale czwartym podano przykłady zastosowania autorskiej metody PVM-VSI w problemach decyzyjnych, w których decydent ma do wyboru wiele wariantów, a decyzję musi podjąć na podstawie wielu kryteriów decyzyjnych. Są to subiektywne kryteria jakościowe, bądź też kryteria jakościowe występują wraz z obiektywnymi kryteriami ilościowymi.

Podsumowanie rozprawy zawiera wnioski z ogółu wykonanych prac badawczych, wskazuje plany rozwoju i nowe perspektywy badawcze.

Bibliografia rozprawy liczy 162 pozycje literaturowe, w tekście rozprawy zamieszczono spis 65 tabel, spis 21 rysunków oraz indeks oznaczeń.

1.4. Zawartość rozprawy

Doktorant w rozprawie doktorskiej zaprezentował zastosowanie arytmetyki przyrostów do wzbogacenia dotychczas stosowanej metody podejmowania decyzji tak, by uwzględniała ona nieprecyzyjność informacji podanej przez decydenta. Arytmetykę przyrostów zaimplementował dla wybranej metody wspomagania decyzji wielokryterialnych PVM, co rozszerzyło jej możliwości w procesie decyzyjnym, w

którym wykorzystuje się tylko kryteria jakościowe lub kryteria jakościowe występujące obok kryteriów ilościowych. Dzięki temu ranking utworzony za pomocą metody rozszerzonej o arytmetykę przyrostów jest bardziej wiarygodny, gdyż w przypadku identycznych bądź zbliżonych ocen decydent ma możliwość porównania, który z wariantów jest „lepiej określony” w rankingu.

W rozprawie Doktorant zaprezentował tematykę teoretycznych aspektów procesu podejmowania decyzji, roli metod wspomagania decyzji w procesie wspomagania decyzji, a także możliwości, jakie dają te metody. Przedstawił charakterystykę kilku wybranych metod. Przybliżył podstawy arytmetyki przyrostów, a następnie dokonał adaptacji arytmetyki przyrostów w wybranym algorytmie wspomagania decyzji, co pozwoliło na uwzględnienie nieprecyzyjności informacji w procesie jej podejmowania. Uwzględnienie nieprecyzyjności informacji w podejmowaniu decyzji skutkuje dokładniejszym odwzorowaniem preferencji decydenta, czyli pozwala na podjęcie bardziej obiektywnej decyzji niż w przypadku użycia metod nieuwzględniających nieprecyzyjność informacji.

Pierwszym z przykładów jest wspomaganie decyzji na szczeblu samorządowym, co wiąże się z potrzebą uwzględnienia interesów różnych grup społecznych, tj. w tworzeniu rankingu projektów zgłoszonych w ramach budżetu obywatelskiego, a tym samym wskazanie tych projektów, które będą miały najkorzystniejszy wpływ na zrównoważony rozwój miasta. W przykładzie tym warianty (projekty) zostały ocenione według kryteriów jakościowych. Oprócz metody autorskiej, by porównać ją z innymi wykorzystywanymi z powodzeniem metodami w tego typu problemach decyzyjnych, ranking utworzono również metodą Fuzzy AHP.

Drugi przykład dotyczy problemu decyzyjnego, z jakim spotykają się konsumenci, a który ma związek z poważną inwestycją. Dotyczy on wyboru samochodu elektrycznego, co wiąże się z dużym ryzykiem związanym z nietrafną alokacją dużej ilości środków pieniężnych przez decydenta. W przykładzie tym warianty (modele samochodów) zostały ocenione według kryteriów ilościowych (pierwszy etap badania) oraz według kryteriów ilościowych w połączeniu z kryteriami jakościowymi (drugi etap). Celem wykonania badania w dwóch etapach dla metody PVM-VSI było porównanie, jak kryteria subiektywne wpłyną na jego wynik tj. jak zmieni się końcowy ranking, gdy celem przyrównania wyników otrzymanych zaproponowaną metodą z wynikami metod stosowanych dotychczas we wspomaganie decyzji zastosowano badanie innymi metodami. Metodę PVM-VSI Doktorant porównał z metodami AHP oraz PROMETHEE.

W zakończeniu rozprawy zasygnalizowano otwarte problemy badawcze.

2. Wkład naukowy Autora rozprawy

2.1. Poprawność i oryginalność postawionej tezy naukowej

Weryfikację tezy rozprawy przeprowadzono w sposób teoretyczny oraz empiryczny. Pierwszy sposób polegał na budowie nowych algorytmów wspomagania decyzji i analizie powiązanych zagadnień teoretycznych. Sposób empiryczny opierał się na wynikach dwóch eksperymentów oraz wnioskach sformułowanych przy pracy z rzeczywistymi systemami decyzyjnymi.

2.2. Wkład Autora w rozwój naukowy dyscypliny

Wyniki naukowe zaprezentowane w rozprawie doktorskiej stanowią wkład Doktoranta w rozwój dyscypliny naukowej. Doktorant w rozprawie doktorskiej dokonał analizy zagadnień teoretycznych oraz praktycznych związanych z opracowaniem nowych algorytmów wspomagania decyzji.

Otrzymane wyniki można zaprezentować w formie listy oryginalnych wyników cząstkowych

- (i) Cel jakim było zbadanie możliwości wykorzystania arytmetyki przyrostów do modyfikacji wybranych metod podejmowania decyzji osiągnięto poprzez połączenie arytmetyki przyrostów z metodą wspomagania decyzji wielokryterialnych PVM.
- (ii) Wykorzystanie arytmetyki przyrostów we wspomaganiu procesu podejmowania decyzji. Arytmetyka przyrostów w połączeniu z dotychczas stosowanymi metodami wspomagania procesu decyzyjnego w problemach decyzyjnych, gdzie oprócz kryteriów ilościowych występują również kryteria jakościowe, wzbogaciła dotychczas stosowane metody podejmowania decyzji oraz pozwoliła na uwzględnienie w tych metodach możliwości wystąpienia nieprecyzyjności informacji, która może powstać w wyniku ocen wariantów podanych przez decydenta dla kryteriów podlegających ocenie jakościowej. Dzięki wykorzystaniu arytmetyki przyrostów można określić, czy występuje, a jeśli tak, to jakiej wielkości jest nieprecyzyjność.
- (iii) Dzięki połączeniu metody PVM z arytmetyką przyrostów potwierdzono tezę rozprawy doktorskiej. Zakładała ona, że zastosowanie elementów

arytmetyki przyrostów w wybranej metodzie wielokryterialnego wspomaganie decyzji pozwoli na uwzględnianie nieprecyzyjności informacji wykorzystywanej w procesie podejmowania decyzji. W efekcie końcowym umożliwi to dokładniejsze odwzorowanie preferencji decydenta.

- (iv) Prawdziwość postawionej tezy opiera się na wynikach dwóch badań eksperymentalnych, jakie przeprowadzono z wykorzystaniem zaproponowanej nowej metody wspomaganie decyzji wielokryterialnych. W pierwszym z nich nową metodę zastosowano do wspomaganie problemu decyzyjnego, w którym warianty porównywano tylko za pomocą kryteriów jakościowych. W drugim badaniu nową metodę zastosowano do wspomaganie problemu decyzyjnego, w którym kryteria jakościowe występują wspólnie z kryteriami ilościowymi.
- (v) Zastosowanie metody PVM wraz z arytmetyką przyrostów w obu badaniach rozszerzyło możliwości tej metody w procesie decyzyjnym. Pozwoliło to na uwzględnienie nieprecyzyjności informacji, niespójności ocen w problemach decyzyjnych, w których decydent oceniając warianty za pomocą kryteriów jakościowych poprzez porównanie ich parami może wprowadzić niespójność w macierzach ocen. Niespójność ta może być wynikiem błędu decydenta lub być wprowadzona przez decydenta celowo - być wynikiem jego niekonsekwencji przy porównywaniu wariantów wg danego kryterium. Rankingi otrzymane w przykładowych badaniach z wykorzystaniem metody PVM wzbogaconej o arytmetykę przyrostów stały się bardziej wiarygodne, gdyż w przypadku identycznych bądź zbliżonych ocen dla poszczególnych wariantów decyzyjnych decydent otrzymał nowe możliwości. Oprócz wskazania decydentowi wariantów najlepszych poprzez dostarczenie mu rankingów końcowych wariantów w zadaniach dano decydentowi możliwość porównania wartości odchylenia standardowego otrzymanych z wykorzystaniem arytmetyki przyrostów. Na podstawie tych wartości decydent może wybrać ten z wariantów, który charakteryzuje się mniejszym odchyleniem standardowym, czyli jest „lepiej określony” w rankingu.
- (vi) W rozprawie metodę PVM rozszerzoną o arytmetykę przyrostów wykorzystano do problemu decyzyjnego związanego ze zrównoważonym rozwojem obszarów miejskich. Można ją zatem stosować w problemach decyzyjnych związanych z podejmowaniem decyzji na różnych szczeblach samorządowych.

- (vii) Zaimplementowano arytmetykę przyrostów w istniejącej metodzie wielokryterialnego wspomagania decyzji. Jej wynikiem jest określenie wielkości nieprecyzyjności ocen wariantów dokonanych przez decydenta przy wykorzystaniu kryteriów jakościowych w rozpatrywanym problemie decyzyjnym. Określenie wielkości nieprecyzyjności daje możliwość precyzyjniejszego ustalenia miejsc wariantów w rankingu rozpatrywanego wielokryterialnego problemu decyzyjnego zwłaszcza w sytuacji, w której warianty rozpatrywane przez decydenta mają jednakowe lub zbliżone oceny i nie dają decydentowi jednoznacznej odpowiedzi odnośnie do słuszności jego wyboru na podstawie uzyskanego na podstawie ocen rankingu.
- (viii) Otrzymane wyniki badań pozwalają na dogłębsze analizowanie problemów decyzyjnych w sytuacjach decyzyjnych, w których ranking wariantów tworzony jest na podstawie kryteriów jakościowych lub te kryteria występują wraz z kryteriami ilościowymi. Możemy też określić, jak kryteria jakościowe wpływają na ranking powstały wyłącznie z wykorzystaniem kryteriów ilościowych.
- (ix) Arytmetyka przyrostów została zastosowana z powodzeniem w metodzie PVM. W badaniach nad zastosowaniem połączenia metody PVM z arytmetyką przyrostów (metody PVM-VSI), ograniczono się do wielokryterialnych problemów decyzyjnych, w których warianty były oceniane za pomocą kryteriów wyłącznie jakościowych lub kryteria jakościowe występowały wraz z kryteriami ilościowymi.

Rozprawa doktorska przygotowana została starannie i to zarówno pod względem edytorskim jak i graficznym, co wystawia świadectwo o dobrym opanowaniu techniki pisanie rozpraw naukowych przez Doktoranta. Dodatkowo przedstawione analizy są opisane dobrym językiem naukowym.

Część przedstawionych w rozprawie doktorskiej wyników badań została wcześniej opublikowana w formie artykułu naukowego, pozycja nr [60] ze spisu literatury (str. 144). Ten fakt dodatkowo podkreśla wysoką jakość, częściowo już ocenionych, otrzymanych wyników badań naukowych i zaprezentowanych w rozprawie doktorskiej.

2.3. Kierunki dalszego rozwoju badań naukowych

Doktorant w rozprawie doktorskiej dokonał analizy zagadnień teoretycznych oraz praktycznych związanych ze wspomaganiem decyzji, jednak zbyt lakonicznie wskazał dalsze plany badawcze do realizacji w przyszłości.

3. Wskazania – uwagi i pytania do Doktoranta

Doktorant w podsumowaniu wyników rozprawy wskazał na otwarte problemy badawcze, np. na możliwość adaptacji zaproponowanych rozwiązań do innych problemów świata rzeczywistego. W podsumowaniu rozprawy (str.139) czytamy: podane dwa przykłady w rozdziale IV, „dotyczyły wspomagania decyzji w problemach decyzyjnych rozpatrywanych indywidualnie (przez pojedynczego decydenta). Niewykłuczone jest jednak zastosowanie arytmetyki przyrostów w innych metodach, w których w problemie decyzyjnym występują kryteria jakościowe bądź też kryteria mieszane (kryteria jakościowe obok kryteriów ilościowych), a nie uwzględniają one nieprecyzyjności ocen pozyskanych od decydenta w procesie decyzyjnym. Możliwe jest też wykorzystanie metody autorskiej we wspomaganiu decyzji w wielokryterialnych problemach decyzyjnych podejmowanych przez grupę decydentów poprzez agregację ocen wielu decydentów do jednej oceny wspólnej z wykorzystaniem znanych i stosowanych dotychczas metodologii”.

Weryfikacja tezy rozprawy polegała na budowie nowych algorytmów modeli i analizie powiązanych zagadnień teoretycznych. Sposób empiryczny weryfikacji tezy opierał się na wynikach dwóch eksperymentów oraz wnioskach sformułowanych przy pracy z rzeczywistymi przykładami zastosowań metody PVM-VSI. Punktem wyjścia do obu podejść była analiza studium przypadku zastosowania zaproponowanej koncepcji systemu. Przeanalizowano dwa przykłady motywujące:

- a) planowanie budżetu obywatelskiego,
- b) wybór rodzinnego samochodu o napędzie elektrycznym.

Dokładne poznanie charakterystyki zjawisk zachodzących podczas planowania budżetu obywatelskiego oraz wyboru rodzinnego samochodu o napędzie elektrycznym

w zasadzie pozwoliło na sprawdzenie poprawnego działania zaproponowanych algorytmów wspomagania decyzji.

1. Zagadnienia wspomagania decyzji są badane w ramach różnych dyscyplin naukowych, są tematem interdyscyplinarnym, badania z tej tematyki są prowadzone w wielu dyscyplinach naukowych w różnych dziedzinach, m. in.: w naukach technicznych, naukach o zarządzaniu. Recenzowana rozprawa doktorska decyzją Senatu ZUT została zgłoszona do obrony w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie informatyka. Zgodnie z tytułem rozprawy Doktorant dokonał adaptacji wybranych algorytmów wspomagania decyzji, zaproponował nowe algorytmy, które zostały przetestowane na dwóch przykładach. Pytanie do Doktoranta – Czy informatyk na podstawie dwóch przykładów może stwierdzić, że kolejne nowe systemy wspomagania decyzji oparte na nowych algorytmach będą zawsze poprawne? W przykładach omawia się metody stosowane we wspomaganiu decyzji co najwyżej 5-cio lub 7-mio kryterialnych. A co będzie z efektywnością w przypadku decyzji wielokryterialnych (przy $n > 500$, > 1000 kryteriów)? Jaka jest złożoność obliczeniowa zaproponowanych nowych algorytmów?
2. Warunki podejmowania decyzji i w konsekwencji łatwość jej podjęcia oraz jej skutki zależą w dużej mierze od rodzaju sytuacji decyzyjnej. Często w sytuacjach praktycznych podejmowanie decyzji wiąże się z pewnym ryzykiem. Podejmowanie ryzyka jest częścią procesu podejmowania decyzji w sytuacjach ryzykownych i niepewnych. Czy warto uwzględnić ryzyko i dokonać jego oceny? Np. przykładem sytuacji ryzykownej może być problem podjęcia decyzji dotyczącej ubezpieczenia samochodu.
3. Dowód tezy postawionej w rozprawie był oparty na badaniach eksperymentalnych. Poprawność zaproponowanych algorytmów sprawdzono jedynie na dwóch przykładach. Czy studium przypadku zastosowania zaproponowanej koncepcji systemu opartego na zmodyfikowanych algorytmach wspomagania decyzji zawsze zapewni nam poprawne podejmowanie decyzji?
4. Czy nowa metoda PVM-VSI ma charakter uniwersalny i może być wykorzystywana do wspomagania decyzji w realizacji projektów z innych sektorów? W jakim stopniu zaproponowane w rozprawie rozwiązania są uniwersalne? W szczególności nie wskazano na przydatność zaproponowanej metody do wykorzystania w innych obszarach zastosowań. Jakie prace, badania należałoby przeprowadzić?

5. W podsumowaniu brak podrozdziału „Perspektywy i kierunki dalszego rozwoju”.

- a) Czy można wykorzystać metody PVM-VSI do innych problemów rzeczywistych niż omówiony w rozprawie problem wyboru rodzinnego samochodu czy planowania budżetu obywatelskiego? Na podstawie fragmentu z zakończenia „Przykłady dotyczyły wspomaganie decyzji w problemach decyzyjnych rozpatrywanych indywidualnie (przez pojedynczego decydenta).” widzimy, że badania przeprowadzono w ograniczonym zakresie (tylko dla pojedynczych decydentów).
- b) Lakoniczne stwierdzenia Doktoranta w podsumowaniu na temat perspektyw i kierunków dalszego rozwoju:
 - „Niewykluczone jest jednak zastosowanie arytmetyki przyrostów w innych metodach”.
 - „Możliwe jest też wykorzystanie metody autorskiej we wspomaganie decyzji w wielokryterialnych problemach decyzyjnych podejmowanych przez grupę decydentów poprzez agregację ocen wielu decydentów do jednej oceny wspólnej z wykorzystaniem znanych i stosowanych dotychczas metodologii.

Powyższe stwierdzenia zawierają elementy niepewności, czy w tym zakresie nie przeprowadzono wstępnej analizy?

4. Podsumowanie – końcowe wnioski

Stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr. inż. Marka Kannchena zawiera istotne elementy nowości naukowe w dyscyplinie informatyka. Problemy badawcze rozwiązywane w rozprawie związane z algorytmami wspomaganie decyzji mają charakter naukowy i mają duże znaczenie praktyczne, a uzyskane wyniki stanowią znaczący wkład w rozwój zaawansowanych metod wspomaganie decyzji.

Doktorant w sposób profesjonalny postawił problemy badawcze, wykazał się biegłością w zakresie prezentowanej tematyki przedmiotu i doskonałością warsztatu badawczego. Przeprowadzona analiza otrzymanych wyników i dobra prezentacja, dowodzi tym samym dojrzałości naukowej Doktoranta. Cel rozprawy doktorskiej został osiągnięty, a postawiona teza naukowa została udowodniona. Dodatkowo - staranność, z jaką została przygotowana rozprawa wystawia jednoznacznie pozytywne świadectwo dla Autora.

Z całkowitym przekonaniem uważam, że praca doktorska mgr. inż. Marka Kannchena spełnia wszelkie warunki formalne stawiane przez obowiązującą ustawę o stopniach i tytułach naukowych (art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003) i moja końcowa ocena rozprawy pod względem trzech podstawowych kryteriów jest następująca:

Końcowa ocena rozprawy

A. Czy rozprawa zawiera oryginalne rozwiązanie problem naukowego?

☒☐☐☐☐

Zdecydowanie
TAK

Raczej TAK

Trudno powiedzieć

Raczej NIE

Zdecydowanie NIE

B. Czy po przeczytaniu rozprawy zgadzasz się, że kandydat posiada ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie informatyka?

☐☒☐☐☐

Zdecydowanie
TAK

Raczej TAK

Trudno powiedzieć

Raczej NIE

Zdecydowanie NIE

C. Czy kandydat umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej?

☒☐☐☐☐

Zdecydowanie
TAK

Raczej TAK

Trudno powiedzieć

Raczej NIE

Zdecydowanie NIE

Wnioskuje o dopuszczenie Doktoranta do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



13. 07. 2023

W P Ł Y N Ę Ł O
Wydział Informatyki

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 wspomagania 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 wspomagania 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 wspomagania 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 wspomagania decyzji z drugiej strony pokazuje się przełożenie tych algorytmów na rzeczywiste parametry procesy wspomagania 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 wspomagania 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 wspomagania 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

UCHWAŁA NR 22
Rady Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie
z dnia 10 października 2023 r.

w sprawie nadania mgrowi inż. Markowi Kannchenowi stopnia doktora

Na podstawie § 17b ust. 1 pkt 2 Statutu ZUT (uchwała nr 75 Senatu ZUT z dnia 28 czerwca 2019 r., z późn. zm.) w związku z art. 179 ust. 1 i 3 pkt 2b ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1669, z późn. zm.) w związku z art. 14 ust. 2 pkt 5 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst jedn. Dz. U. z 2017 r. poz. 1789, z późn. zm.) oraz § 16 ust. 3 i 19 uchwały nr 130 Senatu ZUT z dnia 29 maja 2023 r. (z późn. zm.) w sprawie określenia sposobu postępowania w sprawie nadania stopnia doktora przez Rady Dyscyplin Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie uchwala się, co następuje:

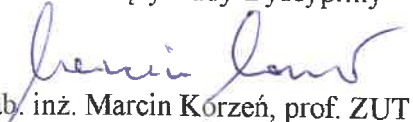
§ 1.

Rada Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie nadaje mgrowi inż. Markowi Kannchenowi stopień doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.

§ 2.

Uchwała wchodzi w życie z dniem podjęcia.

Przewodniczący Rady Dyscypliny


dr hab. inż. Marcin Korzeń, prof. ZUT