

Recenzja rozprawy doktorskiej

Krzysztofa Ciomka

zatytułowanej:

*Advances in Preference Disaggregation and Post Factum Analysis
with Multiple Criteria Additive Value Models*

1. Problem badawczy i jego znaczenie

Jaki jest najważniejszy problem rozważany w rozprawie? Czy ma on charakter naukowy? Czy ma on znaczenie praktyczne?

Na rozprawę doktorską mgr inż. Krzysztofa Ciomka składa się cykl siedmiu artykułów naukowych (wymienione poniżej), z których pierwsze sześć P1 – P6 zostało już opublikowane w liczących się czasopismach naukowych, natomiast ostatnia praca P7 obecnie znajduje się w recenzji. Prace P1 – P4 i P7 mają charakter w dużej mierze teoretyczny choć wsparty przykładami wskazującymi możliwe sposoby wykorzystania proponowanych rozwiązań, natomiast P5 i P6 wskazują na konkretne zastosowania prowadzonych badań. Cykl artykułów składa się z:

- [P1] Kadziński, M., Ciomek, K., and Słowiński, R. (2015a). Modeling assignment-based pairwise comparisons within integrated framework for value-driven multiple criteria sorting. *European Journal of Operational Research*, 241(3):830–841,
- [P2] Kadziński, M., Ciomek, K., Rychły, P., and Słowiński, R. (2016). Post factum analysis for robust multiple criteria ranking and sorting. *Journal of Global Optimization*, 65(3):531–562
- [P3] Ciomek, K., Kadziński, M., and Tervonen, T. (2017a). Heuristics for prioritizing pair-wise elicitation questions with additive multi-attribute value models. *Omega*, 71:27 – 45
- [P4] Ciomek, K., Kadziński, M., and Tervonen, T. (2017b). Heuristics for selecting pair-wise elicitation questions in multiple criteria choice problems. *European Journal of Operational Research*, 262(2):693 – 707
- [P5] Kadziński, M., Cinelli, M., Ciomek, K., Coles, S. R., Nadagouda, M. N., Varma, R. S., and Kirwan, K. (2018). Co-constructive development of a green chemistry-based model for the assessment of nanoparticles synthesis. *European Journal of Operational Research*, 264(2):472 – 490
- [P6] Ciomek, K., Ferretti, V., and Kadziński, M. (2018). Predictive analytics and disused railways requalification: Insights from a post factum analysis perspective. *Decision Support Systems*, 105(Supplement C):34 – 51
- [P7] Kadziński, M. and Ciomek, K. (2019). Active learning strategies for interactive elicitation of assignment examples for threshold-based multiple criteria sorting. Submitted to *European Journal of Operational Research*.

W wyżej wymienionych pracach były badane modele agregacji preferencji wyrażonych

z wykorzystaniem addytywnej funkcji wartości (ang. additive value function). Przedstawione prace zajmują się wykorzystaniem tej funkcji w różnym kontekście i aspektach tworząc panoramę możliwych do wdrożenia propozycji i rozwiązań usprawniających proces decyzyjny na różnych jego etapach.

W pierwszej z prac [P1] zostaje zdefiniowana nowa struktura wielokryterialnego sortowania używająca addytywnej funkcji wartości. Proponowane podejście pozwala na wykorzystanie trzech różnych typów informacji o preferencjach. Są nimi przykłady przydziału alternatyw do klas, informacje o pożądanej liczności klas oraz odpowiednio zdefiniowane porównania parami, w których odległość preferencyjna alternatyw (siła relacji porównania) jest wyrażona w kontekście klas do których następuje przydział. Wszystkie te rodzaje danych wejściowych mogą być dokładne lub niedokładne.

Druga praca [P2] zajmuje się tzw. analizą post factum tj. badaniem stabilności rekomendacji. Opracowana technika pozwala dla gotowej rekomendacji sprawdzić margines jej pewności. Tym samym pozwala odpowiedzieć na pytania dotyczące wielkości minimalnej zmiany (poprawy) funkcji wartości w odniesieniu do danej alternatywy, tak aby zagwarantować zachowanie wskazanych warunków. Wskazanymi w pracy warunkami są osiągnięcie określonej rangi przez alternatywę, utrzymanie relacji preferencji między dwiema alternatywami oraz osiągnięcie określonego przypisania alternatywy wraz zachowaniem relacji preferencji opartej na przypisaniu.

W pracy [P3] autorzy zaproponowali metodę, która jako informację preferencyjną wykorzystuje również porównania alternatyw parami. Porównania te realizowane są w kontekście addytywnej funkcji wartości. W celu wybrania koniecznych do wykonania porównań autorzy stosują algorytmy heurystyczne.

Praca [P4] poświęcona jest heurystykom wyboru porównań parami na potrzeby interaktywnego procesu wielokryterialnego wyboru. Przykładem takiej heurystyki jest np. wskazanie takiego porównania, które przyczynia się do możliwie największej redukcji niepewności dotyczącej wyboru zwycięskiej alternatywy.

Celem prac [P5] i [P6] było wykazanie użyteczności i praktyczności proponowanych metod i rozwiązań MCDA. W szczególności w pracy [P5] na uwagę zasługuje ujęcie proponowanego rozwiązania w postaci procesu wielokryterialnej analizy decyzji. Praca [P6] stanowi wykorzystanie wcześniej proponowanego podejścia analizy post factum w kontekście możliwych rozwiązań prowadzących do rewitalizacji nieużywanych fragmentów kolei we Włoszech.

Ostatnia praca cyklu [P7] stanowi kontynuację badań nad problemem sortowania wielokryterialnego. W pracy autorzy proponują wiele różnych strategii uczenia się klasyfikacji porządkowej.

Podsumowując przedstawiony cykl publikacji bez wątpienia należy stwierdzić, że ma on charakter naukowy. W moim przekonaniu na szczególną uwagę zasługuje wątek dotyczący analizy post factum posiadający duże znaczenie praktyczne. Metody takie jak przedstawiona tutaj analiza post factum, z jednej strony, pozwalają wszystkim stronom zainteresowanym wynikiem rankingu z jednej strony lepiej zrozumieć wpływ poszczególnych czynników na ostateczny wynik, z drugiej strony, mogą umożliwiać działania zmierzające do poprawienia swoich wyników rankingowych. Pomimo wyróżnienia analizy post factum (prace P2 i P6) również i inne artykuły z cyklu przedstawiają badania wartościowe i interesujące. Przykładem może być praca oznaczona jako P4 pozwalająca uprościć i skrócić proces akwizycji danych rankingowych.

Trzeba równocześnie podkreślić, że każda z wydanych prac ukazała się w bardzo dobrym czasopiśmie naukowym posiadającym wysoki współczynnik cytowań (tzw. impact factor) oraz charakteryzujących

się wyraźnym profilem informatycznym. W szczególności warto zauważyć, że zgodnie z ostatnim wykazem czasopism przygotowanych przez MNiSW wszystkie te periodyki posiadają przypisanie do dyscypliny „Informatyka Techniczna i Telekomunikacja”, a większość z nich również do dyscypliny „Informatyka”.

2. Wkład autora

Jaki jest najważniejszy wkład autora opisywane w rozprawie? Jeżeli niezbędne, recenzent może rozróżnić wkład deklarowany przez autora rozprawy i wkład, który sam recenzent uważa za najważniejszy. W tym wypadku należy podać powody, dla których recenzent nie zgadza się z twierdzeniami autora (np. ktoś wcześniej zaproponował już dany pomysł, lub jest on oryginalny, ale niepoprawny z powodów opisanych w sekcji 3). Prosimy także o komentarze dotyczące praktyczności proponowanych rozwiązań (może być tak, że problem jest bardzo praktyczny, ale zaproponowane rozwiązanie nie). Jeżeli ma to zastosowanie, recenzent może odwołać się do innych wskaźników jakości (np. jakości publikacji, patentów autora, cytowań, wdrożonych zastosowań...).

Oryginalnie złożona praca, choć zawierała szereg oświadczeń współautorów określających swój rzeczowy udział w powstaniu poszczególnych artykułów cyklu składającego się na rozprawę doktorską, to nie zawierała oświadczeń samego aplikanta. Ponieważ wszystkie prace składające się na oceniany cykl publikacji posiadają wielu autorów to oświadczenia precyzujące zakres udziału aplikanta w ich przygotowaniu wydały mi się konieczne. Z tego powodu poprosiłem dyplomanta o przesłanie odpowiedniej, w moim przekonaniu, brakującej, informacji. W odpowiedzi dostałem oświadczenie aplikanta opisujące zakres rzeczowy (choć nie procentowy) jego udziałów w poszczególnych pracach cyklu. Opierając się o powyższą informację trzeba stwierdzić, że do istotnych osiągnięć opisanych w cyklu publikacji zaliczyć należy propozycję analizę post factum będącą przedmiotem prac oznaczonych jako P2 i P6. Podejście to do pewnego stopnia przypomina analizę wrażliwości modelu (ang. sensitivity analysis). O ile jednak w tej ostatniej chodzi zwykle o ocenę stopnia w jakim potencjalne zaburzenia mogą wpłynąć na zmianę wyniku, co oczywiście może pomóc w ocenie wiarygodności rankingu, to proponowana metoda analizy post factum stara się wykraczać po za ten schemat. W szczególności pozwala ona wszystkim osobom zainteresowanym wynikiem rankingu na przeprowadzenie analizy oceny alternatyw w kontekście różnych kryteriów umożliwiającej poprawę pozycji rankingowej wybranej alternatywy. Możliwość ta ma duże znaczenie praktyczne. Na przykład dla instytucji ubiegających się o finansowanie przeprowadzenie takiej analizy może prowadzić do odpowiedzi na pytanie o celowość składania odwołania lub reklamacji od wyników konkursu. Idea analizy post factum wydaje się wykraczać po za zaproponowany schemat wykorzystania addytywnej funkcji wartości. W szczególności wydaje się warte rozważenia wykorzystanie tej koncepcji w kontekście innych metod MCDM takich jak choćby AHP/ANP.

W pracach oznaczonych jako P1, P3, P4 i P5 autor samodzielnie wykonywał badania eksperymentalne oraz opracowywał wyniki przeprowadzonych eksperymentów. Brał współudział w pracach koncepcyjnych. W pracy oznaczonej jako P7 aplikant jest autorem zarówno ciekawej koncepcji oceny pytań wyłącznie na podstawie bieżącego stanu interakcji z ekspertem jak i osobą odpowiedzialną za przygotowanie i przeprowadzenie niezbędnych eksperymentów obliczeniowych.

Wobec wyboru rozprawy doktorskiej w formie cyklu publikacji (a nie monografii naukowej) pewnym mankamentem jest brak pracy jedno-autorskiej. Takiej pracy, która pozwalała by czytelnikowi zapoznać się całościowo z warsztatem badawczym aplikanta. Pomimo jednak tego braku wkład autorski mgra Ciomka w artykuły przedstawione w cyklu publikacyjnym trzeba uznać za znaczący.

3. Poprawność

Czy stwierdzenia zawarte w rozprawie są godne zaufania? Czy uzasadnienia są poprawne? Wskaż zauważone słabości i błędy. Wskaż także te aspekty dotyczące poprawności, które są najbardziej wartościowe (elegancja dowodów, plan eksperymentów, analiza danych empirycznych, jakość prototypowego oprogramowania/sprzętu...).

Propozycje przedstawione w cyklu artykułów są dobrze skonstruowane oraz rzetelnie objaśnione. Autorzy poprzez cały cykl prac starali się zachować taką samą konwencję oznaczeń oraz terminologię, pomagając czytelnikowi w możliwie sprawnym przejściu przez lekturę.

Pomimo tego, że w wielu pracach pojawiają się czy to zaproponowane czy wprost przytoczone algorytmy, rzadko są one opatrzone informacją o ich złożoności obliczeniowej. Np. w pracy [P1] mamy do czynienia z wykorzystaniem programowania stało-liczbowego (ang. integer programming). Ponieważ w ogólności problem ten jest NP-zupełny to pojawia się pytanie jak to ograniczenie wpływa na wielkość rozważanych w tej pracy modeli. Podobnie np. w pracy [P2] można postawić pytanie o złożoność Algorytmu 1 (str. 543) i Algorytmu 2 (str. 544) a co za tym idzie o praktyczne ograniczenie wielkości modeli, które można poddać analizie.

Pomimo powyższych wątpliwości poprawność przedstawionych w artykułach konkluzji nie budzi zastrzeżeń. Przedstawione przykłady pokazują, że zaproponowane metody i rozwiązania mogą z powodzeniem zostać użyte w praktyce dla standardowej wielkości modeli decyzyjnych.

4. Wiedza kandydata

Które z rozdziałów (lub sekcji w rozdziałach) rozprawy omawiają istniejący stan wiedzy i dzięki temu potwierdzają ogólny stan wiedzy kandydata w zakresie Informatyki? Jakie obszary tych dyscyplin zostały omówione w tych rozdziałach/sekcjach? Jaka jest opinia recenzenta o jakości tych rozdziałów/sekcji? Jaka jest opinia recenzenta o bibliografii? Na ile bibliografia jest kompletna? Prosimy o podanie innych argumentów za lub przeciw stwierdzeniu, że kandydat posiada ogólną wiedzę w dyscyplinie Informatyka.

W każdej z przedstawionych przez aplikanta publikacji można znaleźć rzetelny przegląd artykułów odnoszących się do stanu wiedzy w obszarze, w którym lokuje się dana praca. Wspólnym obszarem dziedzinowym dla wszystkich tych publikacji są komputerowe metody i systemy wspomagania decyzji ze szczególnym uwzględnieniem wielokryterialnych metod wspomagania decyzji (MCDM). Części przeglądowe wskazanych w cyklu prac stanowią rzetelne opracowanie dobrze oparte w załączonych pozycjach bibliograficznych. Wskazują one na dobrą orientację aplikanta w zakresie komputerowego wspomagania decyzji oraz metod wielokryterialnych.

Warto podkreślić, że wszystkie artykuły posiadają wyraźny charakter prac informatycznych. Zawierają też części eksperymentalno-implementacyjne, które, zgodnie z udzielonym oświadczeniem, były projektowane i wykonane przez aplikanta. Charakter informatyczny prezentowanych prac przejawia się on choćby częstym przedstawianiu wprowadzanych pojęć i metod w postaci zapisywanych w pseudo-kodzie algorytmów. Ich obecność wyraźnie świadczy o tym, iż aplikant posiada wiedzę z zakresu algorytmiki leżącą u podstaw wszelkich nauk informatycznych. Zaimplementowane oraz przeprowadzone eksperymenty numeryczne stanowią znakomite potwierdzenie umiejętności kandydata z zakresu programowania, oraz, w pewnej mierze, inżynierii oprogramowania.

5. Inne uwagi

Czytając prace P1 – P7 często można natrafić na błędne i utrudniające lekturę formatowane literałów - nazw funkcji i zmiennych w trybie LaTeX (dotyczy różnych prac). W efekcie pomiędzy litery składające się na zwarte słowo wkradają się niepotrzebne odstępy. Np. [P7], str. 7 \$ECAI\$ powinno zostać zmienione na \$\textit{ECAI}\$ etc.

6. Podsumowanie

Biorąc pod uwagę opinie zaprezentowane w poprzednich punktach i wymagania zdefiniowane przez artykuł 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym (z późniejszymi zmianami) moja ocena rozprawy pod względem trzech podstawowych kryteriów jest następująca:

- A. Czy rozprawa zawiera oryginalne rozwiązanie problem naukowego? (wybierz jedną opcję stawiając znak X)

☒☐☐☐☐

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 posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej?

☐☒☐☐☐

Zdecydowanie Tak

Raczej Tak

Trudno powiedzieć

Raczej Nie

Zdecydowanie Nie

Tym samym, uważam, że przedstawiona rozprawa doktorska spełnia wymagania stawiane przez par 13. wyżej wymienionej ustawy i popieram starania aplikanta zmierzające do otrzymania stopnia naukowego doktora.

Ponadto, biorąc pod uwagę znaczący (jak na obecny etap rozwoju naukowego) dorobek publikacyjny mgra Ciomka rekomenduję wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

podpis

