

Prof. dr hab. Bogumił Kamiński
Szkoła Główna Handlowa w Warszawie
bkamins@sgh.waw.pl

Recenzja rozprawy doktorskiej

Grzegorza Miebsa

zatytułowanej:

*Computer-aided decision support methods resistant to
imperfections of learning data*

1. Problem badawczy i jego znaczenie

Rozprawa podejmuje zagadnienie algorytmicznego wspomaganie podejmowania decyzji w warunkach, w których dane wykorzystywane w tych algorytmach charakteryzują się niedoskonałością. Niedoskonałość ta może mieć, różne źródła. Główne z nich podnoszone przez doktoranta to opis scenariuszy decyzyjnych, informacje o preferencjach decydenta i dobór procedury wspomaganie podejmowania decyzji. Zaproponowane w rozprawie metody skupiają się w większości na sytuacjach, w których problemy decyzyjne są wielokryterialne.

Podejmowany problem jest istotny naukowo. Zagadnienie wspomaganie decyzji w problemach wielokryterialnych jest trudnym problemem badawczym. Badania nad nim prowadzone są od kilkudziesięciu lat i ciągle są w nim otwarte problemy do rozwiązania. Wiąże się to głównie z dwoma cechami tych problemów. Po pierwsze istnieje bardzo duża różnorodność specyfikacji tych zadań, jak choćby oczekiwanie decydenta odnośnie wyniku metody (np. rekomendacja wariantu lub uporządkowanie alternatyw), natura zbioru decyzji dopuszczalnych (dyskretny, ciągły), czy sposób interakcji narzędzia informatycznego z decydentem w celu pozyskania od niego informacji o preferencjach. Po drugie problemy te zwykle charakteryzują się dużą złożonością obliczeniową, co wymaga opracowywania dedykowanych metod heurystycznych znajdujących ich przybliżone rozwiązanie.

Prezentowana rozprawa podejmuje jedno z istotnych wyzwań praktycznych związanych ze stosowaniem badanych metod wspomaganie decyzji, które wiąże się z niedoskonałością danych wejściowych przekazanych przez decydenta. W praktyce jest to sytuacja powszechna. W złożonych problemach decyzyjnych użytkownicy narzędzi wspomagających podejmowanie decyzji często nie potrafią precyzyjnie przekazać oczekiwanych informacji lub po prostu mylą się.

Z powyższych względów oceniam, że podejmowany w rozprawie problem badawczy jest istotny zarówno z perspektywy naukowej jak i praktycznej.

2. Wkład autora

Podjęty w rozprawie problem badawczy jakim jest opracowanie metod wspomagania decyzji odpornych na niedoskonałości danych uczących jest, jak wspominałem w ocenie znaczenia problemu badawczego zagadnieniem bardzo szerokim. Z tego względu nie można oczekiwać, że tak określony problem zostanie rozwiązany w całości w rozprawie doktorskiej.

Kandydat w przedstawionej dokumentacji przedstawia rozważania teoretyczne oraz przykłady zastosowań praktycznych wybranych zagadnień w zakresie określonego problemu badawczego. Rozprawa składa się z dziesięciu artykułów (dla każdego z nich podaję moją ocenę co jest jego wkładem naukowym i ocenę aspektu wdrożeniowego):

1. M. Kadziński, L. Rocchi, G. Miebs, D. Grohmann, M. E. Menconi, and L. Paolotti. Multiple criteria assessment of insulating materials with a group decision framework incorporating outranking preference model and characteristic class profiles. *Group Decision and Negotiation*, 27 (1):33–59, Nov. 2017
 - a. Wkład naukowy: autorska modyfikacja procedury wsparcia podejmowania decyzji grupowych dla problemu wielokryterialnego;
 - b. Aspekt wdrożeniowy: tak (zagadnienie oceny materiałów izolacyjnych);
2. L. Rocchi, M. Kadziński, M. Menconi, D. Grohmann, G. Miebs, L. Paolotti, and A. Boggia. Sustainability evaluation of retrofitting solutions for rural buildings through life cycle approach and multi-criteria analysis. *Energy and Buildings*, 173:281–290, Aug. 2018.
 - a. Wkład naukowy: opracowanie trzy etapowej procedury oceny wariantów decyzyjnych (symulator energochłonności budynku, ocena ekonomicznego i środowiskowego efektu wyboru wariantu decyzyjnego, model wsparcia podejmowania decyzji);
 - b. Aspekt wdrożeniowy: tak (zagadnienie modernizacji budynków);
3. K. Govindan, M. Kadziński, R. Ehling, and G. Miebs. Selection of a sustainable third-party reverse logistics provider based on the robustness analysis of an outranking graph kernel conducted with ELECTRE i and SMAA. *Omega*, 85:1–15, June 2019.
 - a. Wkład naukowy: autorska procedura wsparcia wyboru wielokryterialnego z uwzględnieniem procesu odkrywania preferencji decydenta oraz analizy odporności rekomendowanych rozwiązań;
 - b. Aspekt wdrożeniowy: tak (wybór dostawcy usług tzw. odwróconej logistyki);
4. G. Miebs, M. Mochol-Grzelak, A. Karaszewski, and R. A. Bachorz. Efficient strategies of static features incorporation into the recurrent neural network. *Neural Processing Letters*, 51(3):2301–2316, Jan. 2020.
 - a. Wkład naukowy: autorska architektura sieci RNN umożliwiająca wykorzystanie statycznych atrybutów w prognozowaniu;
 - b. Aspekt wdrożeniowy: tak (prognozowanie zużycia energii elektrycznej);
5. A. Oppio, M. Dell’Ovo, F. Torrieri, G. Miebs, and M. Kadziński. Understanding the drivers of urban development agreements with the rough set approach and robust decision rules. *Land Use Policy*, 96: 104678, July 2020.
 - a. Wkład naukowy: opracowanie nowego wariantu podejścia wykorzystującego dominacyjne zbiory przybliżone (DRSA);
 - b. Aspekt wdrożeniowy: tak (ocena umów publiczno-prywatnych w ramach rozwoju obszarów miejskich);

6. G. Miebs and M. Kadziński. Heuristic algorithms for aggregation of incomplete rankings in multiple criteria group decision making. *Information Sciences*, 560:107–136, June 2021.
 - a. Wkład naukowy: autorska heurystyka pozwalająca na częściowe odtworzenie rankingu obiektów przy wykorzystaniu niepełnej informacji o preferencjach dopuszczającej ich niespójność;
 - b. Aspekt wdrożeniowy: tak (ranking materiałów izolacyjnych);
7. M. Cinelli, M. Kadziński, G. Miebs, M. Gonzalez, and R. Słowiński. Recommending multiple criteria decision analysis methods with a new taxonomy-based decision support system. *European Journal of Operational Research*, 302(2):633–651, Oct. 2022.
 - a. Wkład naukowy: autorski rekomendator wyboru metody wielokryterialnego wspomaganie decyzji;
 - b. Aspekt wdrożeniowy: tak (natury ogólnej; stworzono system wspomaganie podejmowania decyzji możliwy do wykorzystania w praktyce);
8. M. Jurczak, G. Miebs, and R. A. Bachorz. Multi-criteria human resources planning optimisation using genetic algorithms enhanced with MCDA. *Operations Research and Decisions*, 32(4), 2022.
 - a. Wkład naukowy: implementacja procedury umożliwiającej wyznaczenie granicy pareto w zadaniu optymalizacyjnym przy wykorzystaniu programowania genetycznego w połączeniu z metodą wielokryterialnego wsparcia podejmowania decyzji;
 - b. Aspekt wdrożeniowy: tak (zastosowanie do problemu harmonogramowania pracy);
9. G. Miebs, M. Wójcik, A. Karaszewski, M. Mochol-Grzelak, P. Wawdysz, and R. A. Bachorz. Predicting a time-dependent quantity using recursive generative query network. *International Journal of Neural Systems*, 32(11), Oct. 2022.
 - a. Wkład naukowy: zaproponowanie nowej architektury rekursywnych generatywnych sieci zapytaniowych (RGQN) dostosowanej do predykcji szeregów czasowych;
 - b. Aspekt wdrożeniowy: tak (prognoza ciśnienia w infrastrukturze przesyłowej);
10. J. Gehrlein, G. Miebs, M. Brunelli, and M. Kadziński. An active preference learning approach to aid the selection of validators in blockchain environments. *Omega*, 118:102869, July 2023. doi: 10.1016/j.omega. 2023.
 - a. Wkład naukowy: autorska adaptacyjna procedura odkrywania preferencji decydenta;
 - b. Aspekt wdrożeniowy: tak (wybór walidatorów w ekosystemie blockchain).

Zakres tematyczny przedstawionych jako rozprawa prac jest szeroki. Z tego względu poniżej przedstawiam ich klasyfikację w zależności od podejmowanego tematu:

- nieprecyzyjne, niekompletne, lub brakujące dane o preferencjach: artykuły 2, 3, 5, 8 i 10;
- niespójność danych wejściowych w zagadnieniach grupowego podejmowania decyzji: artykuły 1 i 6;
- wybór metody wspomaganie podejmowania decyzji: artykuł 7;
- zagadnienia wykorzystania niedoskonałych danych w uczeniu sztucznych sieci neuronowych: artykuły 4 and 9.

Dodatkowo warto zaznaczyć, że przedłożone artykuły wskazują zastosowanie proponowanych metod do rozwiązywania konkretnych problemów praktycznych, co oceniam za zaletę przedłożonej rozprawy.

Zgodnie z wymogami ustawowymi przedłożone w rozprawie prace powinny być powiązane tematycznie. Co do zasady uznaję, że ten warunek jest spełniony. Chociaż, tak jak to wskazałem w przedstawionej powyżej klasyfikacji, prace dotyczą zróżnicowanych zagadnień. Łączący je wątek niedoskonałych danych jest obecny, natomiast jest on bardzo ogólny. Na przykład prace 4 i 9

dotyczące sztucznych sieci neuronowych istotnie odbiegają tematycznie od pozostałych przedstawionych wyników badań.

W mojej ocenie przedłożone prace wykazują zarówno umiejętność kandydata w zakresie pracy teoretycznej (opracowanie modeli matematycznych) jak i implementacyjnej (tworzenie rozwiązań informatycznych pozwalających na wykorzystanie zaproponowanych metod w praktyce). Z racji wskazanego istotnego zróżnicowania przedstawionych w rozprawie wyników skupię się na wskazaniu najciekawszych w mojej ocenie.

W pierwszej kolejności uważam, że badania prezentowane w pracy 7. dotyczące budowy rekomendatora metody wyboru narzędzia do wspomagania podejmowania decyzji wielokryterialnych są bardzo wartościowe zarówno z perspektywy badawczej jak i praktycznej. Metody wspomagania podejmowania decyzji wielokryterialnej są rozwijane od kilkudziesięciu lat. W tym okresie powstała ich duża liczba. W takiej sytuacji praktycy mają problem z wyborem odpowiedniego narzędzia, które mogliby wykorzystać do rozwiązania swoich problemów, który przedstawiona praca rozwiązuje. Z kolei z perspektywy badawczej istotnym zagadnieniem było zbudowanie katalogu aspektów, które charakteryzują dostępne metody wspomagania podejmowania decyzji. Dokonanie takiego skatalogowania dodatkowo ma istotną wartość wskazującą na najważniejsze kierunki dalszych badań nad rozwojem tych metod, np. w celu uzupełnienia luk związanych z brakiem metod odpowiednich do konkretnych klas problemów praktycznych.

Drugą pracą, którą uważam, za wartą szerszego omówienia jest artykuł 10. Dotyczy on, w zakresie teoretycznym, zagadnienia opracowania efektywnej metody przekazania informacji o preferencjach decydenta do modelu wspomagania podejmowania decyzji. Celem algorytmu jest odkrycie preferencji decydenta przy jak najmniejszej liczbie pytań, która będzie mu zadana w celu jej poznania. Proponowany algorytm jest aktywny, w zależności od odpowiedzi decydenta kolejne kroki okrywania jego preferencji są dostosowywane w zależności od wcześniej zebranej informacji. W mojej ocenie taka klasa podejść do odkrywania preferencji decydentów jest ważnym wkładem metodycznym autorów. Jednocześnie praca ma istotny element praktyczny, pokazujący jak proponowane podejście możliwe jest do wykorzystania w zagadnieniu wyboru walidatorów w środowisku blockchain.

3. Poprawność

Podobnie jak w ocenie wartości merytorycznej ocena poprawności przedstawionych wyników jest złożona, ponieważ każdy artykuł dotyczy nieco innego zagadnienia. Poniżej przedstawię syntetyczną ocenę aspektów wspólnych dla przedłożonych prac.

Za silną stroną uznaję fakt, że w każdym wypadku proponowane metody posiadają implementację referencyjną i są zastosowane do rozwiązania problemu praktycznego. To wykazuje nie tylko ich wartość praktyczną, ale również fakt, że dostarczają one rozwiązań pożądaných przez decydentów.

Za główną słabość prezentowanych wyników uznaję niski poziom ich formalizacji.

W pracach proponowane są metody, a następnie dokonywana jest ich weryfikacja empiryczna. Brakuje dowodzenia twierdzeń o naturze ogólnej charakteryzujących proponowane rozwiązania, np.:

- Wykazujących dla jakiego zakresu danych wejściowych (lub poziomu niedoskonałości danych wejściowych) proponowane metody prowadzą do pożądaných rezultatów.

- Wykazujących złożoność obliczeniową proponowanych algorytmów.
- W przypadku metod heurystycznych wykazujących poziom (lub sam fakt) gwarantowanej przez nie aproksymacji rozwiązania optymalnego.

4. Wiedza kandydata

Wiedzę kandydata oceniam pozytywnie. Każdy z artykułów ma adekwatną bibliografię oraz wykazuje wiedzę kandydata w zakresie aktualnego stanu wiedzy w badanym problemie. W szczególności wartościową jest praca 7, która pokazuje, że kandydat dokonał gruntownego przeglądu metod, które są rekomendowane przez przedstawiony w niej system wspomaganie podejmowania decyzji.

Podobnie każda praca jest powiązana ze stworzonym oprogramowaniem, które wykazuje umiejętności praktyczne kandydata w dyscyplinie Informatyka techniczna i telekomunikacja.

5. Inne uwagi

W zakresie oceny wkładu autora pojawia się jedna trudność. Wszystkie przedłożone prace zostały przygotowane we współautorstwie. Do rozprawy dołączone są deklaracje o wkładzie współautorów. Jednak na ich podstawie trudno jest określić osobisty wkład kandydata w przygotowanie każdej z prac.

W związku z przedstawioną w recenzji oceną rozprawy formułuję trzy pytania, do których rekomenduję, żeby kandydat odniósł się w przypadku dopuszczenia do publicznej obrony:

1. Bardzo proszę o precyzyjne wskazanie zakresu prac, które kandydat wykonał samodzielnie w artykułach przedłożonych jako rozprawa doktorska.
2. Bardzo proszę o odniesienie się do możliwości wykazywania twierdzeń na temat własności proponowanych przez kandydata metod (proszę o dokonanie tego w stosunku do każdej z przedłożonych prac lub grup prac).
3. Bardzo proszę o przedstawienie przez kandydata jego opinii na temat wyzwań dotyczących dalszego rozwoju metod algorytmicznego wspomaganie podejmowania decyzji w warunkach, w których dane wykorzystywane w tych algorytmach charakteryzują się niedoskonałością.

6. Podsumowanie

Biorąc pod uwagę opinie zaprezentowane w poprzednich punktach i wymagania zdefiniowane przez art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (z późniejszymi zmianami) moja ocena rozprawy pod względem trzech podstawowych kryteriów jest następująca:

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

<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Zdecydowanie TAK</i>	<i>Raczej TAK</i>	<i>Trudno powiedzieć</i>	<i>Raczej NIE</i>	<i>Zdecydowanie NIE</i>

B. Czy po przeczytaniu rozprawy zgadzasz się, że kandydat posiada ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie Informatyka techniczna i telekomunikacja?

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

Ponadto, biorąc pod uwagę ilość oraz jakość otrzymanych wyników badawczych, oraz fakt ich opublikowania w renomowanych międzynarodowych czasopismach i istotną liczbę cytowań prac, rekomenduję wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

Bożenita Kamińska

Podpis