



Prof. UAM. dr hab. Krzysztof Dyczkowski  
Zakład Sztucznej inteligencji  
Wydział Matematyki i Informatyki  
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Poznań, 15 stycznia 2021r.

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgra Pawła Ładyżyńskiego pt.  
„Modelowanie niepewnych preferencji w systemach rekomendacyjnych”

Promotor rozprawy: prof. dr. hab. Przemysław Grzegorzewski

### 1. CEL I TEMATYKA PRACY DOKTORSKIEJ

---

Recenzowana rozprawa dotyczy zastosowania metod z obszaru inteligencji obliczeniowej w tym w szczególności zastosowania reprezentacji niepewności z wykorzystaniem zbiorów rozmytych Atanossova (IF-zbiory) do konstrukcji systemów rekomendacyjnych. Praca obejmuje algorytmy rekomendacyjne bazujące na filtrowaniu zespołowym, rangowaniu zespołowym oraz systemy bazujące na zawartości.

Celem pracy jest udowodnienie tezy, iż zastosowanie zbiorów rozmytych Atanassova jako modelu reprezentacji niepewnych systemów preferencji pozwala na modelowanie preferencji w różnych typach systemów rekomendacyjnych oraz pozwala podnieść ich skuteczność. Stwierdzam, że cel pracy został dobrze sformułowany.

---

## 2. OCENA FORMY I STRUKTURY

---

Przedstawiona do recenzji praca liczy 120 stron, nie licząc stron zawierających streszczenia oraz spis treści. Napisana została w języku polskim. Praca składa się z czterech rozdziałów oraz podsumowania.

W rozdziale pierwszym wprowadzone zostały podstawowe informacje dotyczące systemów rekomendacyjnych. W rozdziale drugim wprowadzono pojęcie zbioru rozmytego Atanassova oraz zaproponowano miarę podobieństwa pozwalającą na porównywanie niepewnych preferencji oraz skonstruowano odpowiednie algorytmy rekomendacyjne oparte o zdefiniowaną miarę. Przedstawiono również wyniki eksperymentów z zastosowaniem rzeczywistych zbiorów danych. W rozdziale trzecim zaprezentowane zostało wykorzystanie reprezentacji niepewnych systemów preferencji w systemach rangujących. W ostatnim czwartym rozdziale zaproponowany został system wspomaganie decyzji wykorzystujący przetwarzanie opinii w formacie tekstowym.

Praca została napisana bardzo starannie i przejrzyście, a jej układ nie budzi większych zastrzeżeń. Formatowania wzorów oraz definicji i twierdzeń przygotowane są bardzo starannie i bez zarzutu. Przegląd literatury tematu jest przygotowany poprawnie. Bibliografia zawiera 73 pozycje i wszystkie zostały wykorzystane w pracy. Cytowania w tekście są przygotowane zgodnie ze sztuką i właściwie wskazują na odpowiednie pozycje literatury.

## 3. OCENA ROZPRAWY

---

Rozdział pierwszy w którym doktorant przygotował przegląd typów systemów rekomendacyjnych jest wystarczający choć bardzo skrótowy, zabrakło mi przykładów wykorzystania podejść do konstrukcji takich systemów uwzględniających niepewność i niepełność informacji.

W mojej ocenie najważniejszym rozdziałem jest rozdział drugi, w którym autor wprowadza pojęcie niepewnych systemów preferencji i modele ich reprezentacji. W tej części autor nie uniknął kilku potknięć językowych, operuje pojęciami tj. „klasyczna teoria zbiorów rozmytych”, „negacja lingwistyczna” czy „logiczna negacja”. Są to określenia zrozumiałe dla osoby znającej tematykę, ale stanowią raczej język potoczny i w rozprawie doktorskiej powinny być ściślejsze. Definicje teorii intuicjonistycznych zbiorów rozmytych Atanassowa (IF-zbiory) przedstawione są prawidłowo. Wprowadzone miary podobieństwa, oparte o IF-zbiory, są zdefiniowane systematycznie i dobrze umotywowane. Zbudowany na nich model

---

rekomendacyjny stanowi bardzo interesującą strategię decyzyjną pozwalającą na budowanie skutecznego systemu rekomendacyjnego uwzględniającego niepewność. W rozdziale zaproponowana została również graficzna metoda wspomaganie decyzji. Jest ona o tyle istotna, że pokazuje bipolarność zaproponowanego podejścia. Szkoda, że wykorzystano tylko podejście przedziałowe a nie zaprezentowano wykresów IF-zbiorów bez transformacji do postaci przedziałowej, w mojej ocenie bardziej oddawało by to naturę tej wiedzy. Dodatkowo zabrakło mi przykładu oceny z wykorzystaniem tej metody rzeczywistych danych. Bardzo ważnym elementem omawianego rozdziału są wyniki eksperymentów na realnych danych. Niestety, źródło danych podane w cytowaniu [75] nie jest dostępne. Zakładam, że doktorant skorzystał z dobrze znanych zbiorów danych UCI. Jeżeli jednak tak było i znając zawartość tych zbiorów danych (Vowel, Wisconsin) nie bardzo rozumiem wykorzystanie ich w rangowaniu. Przydał by się w tym miejscu dokładniejszy opis wykorzystanych danych. Dużo lepiej sytuacja przedstawia się z wykorzystaniem do ewaluacji zbioru „Netflix Prize”, który w naturalny sposób nadaje się do testowania tego rodzaju algorytmów. Eksperymenty przeprowadzone zostały zgodnie ze sztuką a ich wyniki są bardzo obiecujące.

W rozdziale trzecim autor skupił się na probabilistycznym rangowaniu etykiet, głównie z wykorzystaniem modelu Mallowsa. Głównym wkładem doktoranta jest rozszerzenie tej metody o możliwość operowania na niekompletnych rankingach. Opracowanie zostały dwa algorytmy wykorzystujące metodę MBP, a ich skuteczność porównana została z algorytmem IBLR. Zaprezentowane wyniki eksperymentalne wskazują na porównywalną skuteczność zaproponowanych metod. Tu podobnie jak przypadku poprzedniego rozdziału trudno odnieść się jednak do danych stanowiących podstawę eksperymentu, gdyż również nie jest dostępne źródło internetowe [76].

Ostatni czwarty rozdział opisuje system wspomaganie decyzji wykorzystujący automatyczne przetwarzanie opinii w formacie informacji tekstowych. Zaproponowano metodę automatycznego wydobywania i agregacji informacji wynikających z opinii wyrażonych w formacie tekstowym, a następnie generowania na tej podstawie rekomendacji uwzględniających indywidualne preferencje użytkownika. Do reprezentacji wiedzy wykorzystano również w tym przypadku IF-zbiory. W zaprezentowanej metodzie, oprócz standardowych narzędzi przetwarzania tekstu skonstruowana została kolejna metoda tworzenia rekomendacji z wykorzystaniem IF-zbiorów (ich konstrukcja oraz odpowiednie miary podobieństwa). Jako źródło danych wybrane zostały recenzje produktów w systemie Amazon. Rozdział ten jest interesujący jako przykład wykorzystania metodyki opartej o IF-zbiory przy konstruowaniu niepewnych preferencji i systemów rekomendacji, sprawia jednak natomiast wrażenie odstającego od pozostałej części pracy. Pokazuje natomiast duże umiejętności techniczne autora oraz jego umiejętność łączenia teorii z praktycznymi zastosowaniami.

Należy uznać, że przedstawione w pracy badania oraz wynikające z nich metody pozwoliły doktorantowi potwierdzić założoną tezę badawczą, tzn. iż wykorzystanie reprezentacji

niepewnych systemów preferencji z wykorzystaniem IF-zbiorów pozwala zbudować systemy rekomendacyjne oparte o dane niepewne i skutecznie podejmować decyzje w oparciu o nie.

#### 4. UWAGI I WNIOSKI KOŃCOWE

---

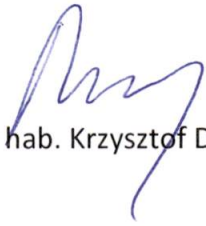
W mojej opinii rozprawa doktorska mgra Pawła Ładyżyńskiego zawiera bardzo szeroki, dobrze opracowany materiał badawczy i stwierdzam, że jej ocena pod względem formalnym i merytorycznym jest pozytywna. Stanowi ona oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i wykazuje odpowiedni poziom wiedzy teoretycznej oraz umiejętności praktycznych autora w dziedzinie nauk technicznych w zakresie dyscypliny Informatyka techniczna i telekomunikacja. Przygotowana rozprawa pokazuje również odpowiednie przygotowanie autora do prowadzenia pracy naukowej.

Zauważyć należy również duży jak na doktoranta dorobek publikacyjny: pięć publikacji na uznanych konferencjach (tj. International Conference on Artificial Intelligence and Soft Computing) oraz bardzo dobrych czasopismach (tj. Expert Systems with Applications).

Stwierdzam, że spełnione zostały wymagania stawiane rozprawom doktorskim w tym wymagania określone w art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, stan prawny na dzień 30 września 2011r.) i w związku z art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018, poz. 1668 z późn. zm.).

W związku z powyższym wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Badań Systemowych PAN o dopuszczenie rozprawy doktorskiej mgra Pawła Ładyżyńskiego pt. „Modelowanie niepewnych preferencji w systemach rekomendacyjnych” do publicznej obrony i dalszego procedowania.

Jednocześnie, biorąc pod uwagę wysoki poziom recenzowanej rozprawy oraz dorobek naukowy doktoranta, wnioskuję o wyróżnienie rozprawy.

  
/prof. UAM. dr hab. Krzysztof Dyczkowski/