

Kraków, dnia 2 sierpnia 2022 r.

prof. dr hab. inż. Grzegorz Dobrowolski
Instytut Informatyki
Akademii Górniczo-Hutniczej
w Krakowie

Opinia

w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska **mgr inż. Rafała Palaka** zatytułowana „**The impact of centralisation on the accuracy of collective prediction**”. Tytuł spolszczony: „*Badanie wpływu centralizacji kolektywu na dokładność kolektywizmu predykcji*”. Podstawą formalną recenzji jest Pismo nr RDN-ITT/139/2022 Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Wrocławskiej z dnia 23 maja 2022 r. Rozprawa napisana jest w języku angielskim, liczy 137 stron, składa się oprócz *Introduction*, *Conclusions* z pięciu rozdziałów merytorycznych. Dopełnienie rozprawy stanowi bibliografia.

Problem naukowy i jego rozwiązanie Dysertacja dotyczy zagadnienia kolektywnej predykcji, uważanego za jeden z aspektów kolektywnej sztucznej inteligencji. Chodzi tu o sytuację, w której pewna liczba agentów (system) dokonuje predykcji stanu swojego otoczenia w przyszłości (np. wartości pewnego jego atrybutu). Wartość określana przez system zależy od: indywidualnych decyzji agentów, różnych relacji zachodzących w systemie pomiędzy agentami oraz sposobu jej określenia – agregacji. W ten sposób problem naukowy lokuje się w szerokim sensie w obszarze informatyki, w wąskim – sztucznej inteligencji, w trzech nakładających się jej podobszarach: inteligencji kolektywnej, systemów agentowych oraz analizy sieci społecznych.

Autor zogniskował swoją uwagę na badaniu zjawiska centralizacji występującego w kolektywach rzeczywistych w odniesieniu do sukcesywnej predykcji wartości atrybutu (jej serii czasowej), formułując następująco szczegółową

WPLYNĘŁO

02-08-2022

RDN-ITT/219/2022

hipotezę badawczą (w tłumaczeniu autorskim): „Wzrost centralizacji kolektywu prowadzi do wzrostu zmienności kolektywnej predykcji”.

Podjęta tematyka może zostać w pełni zaakceptowana w kontekście rozprawy doktorskiej, jawi się jako przyszłościowa, trudna a tym samym ambitna, a także nie pozbawiona perspektyw na zastosowanie. Jeżeli dodać do tego, że przekonująca ocena zaproponowanych rozwiązań modelowych wiązać się musi w tym przypadku z odpowiednią ich implementacją komputerową oraz badaniami symulacyjnymi, podjęcie tak sformułowanej tezy stanowi ambitne wyzwanie naukowe, któremu doktorant postanowił sprostać.

W ramach prac nad weryfikacją hipotezy doktorant poprawnie zidentyfikował i zrealizował następujące zadania badawcze:

1. Opracowanie modelu kolektywu. Jest to model teoriomnogościowy opisujący większość zjawisk rzeczywistych, które mogą występować w przypadku kolektywów rzeczywistych, a napewno wystarczający dla dalszych badań kandydata. Do definicji modelu dołączono dyskusję możliwych do wykorzystania w oparciu o model tak zwanych metryk. Jest to postępowanie typowe dla analizy sieci społecznych, gdzie poszukuje się metryk, jako charakterystyk całej sieci obliczanych na podstawie relacji mikro.
2. Opracowanie miar centralizacji. Wskazaną w hipotezie centralizację (vs. decentralizację), rozumianą jako zależność (nie niezależność) decyzyjną opisaną przez odpowiednią relację w modelu kolektywu, doktorant wprowadza do rozważań pod postacią dwóch zaproponowanych metryk: dla relacji symetrycznych odpowiadających grafom nieskierowanym nieważonym oraz grafom ważonym skierowanym. Wprowadzenie to odbywa się w trybie: najpierw sformułowania postulatów najlepiej oddających wprowadzoną koncepcję centralizacji a następnie doboru formuły dla miary najlepiej spełniającej te postulaty.
3. Badanie wpływu centralizacji na predykcję kolektywu. W dalszym ciągu przyjęto, że relacja opisująca centralizację ingeruje w proces wypracowywania predykcji w ten sposób, że jednostkowa decyzja podejmowana przez agenta kolektywu zależy nie tylko od obserwacji tego agenta ale również od decyzji predykcyjnych innych agentów powiązanych z nim tą relacją. Odpowiada to wymianie i uwzględnieniu informacji o indywidualnych predykcjach przed sformulowaniem decyzji

kolektywu. Posiadanie wprowadzonych miar pozwoliło na badanie w tych warunkach zależności liczbowych pomiędzy centralizacją a jakością predykcji kolektywu (analiza błędu). Na drodze analitycznej autor wykazał, że kolektywy o wysokim stopniu centralizacji wykazują znaczny poziom wariacji w swoich prognozach. Potwierdził również intuicyjny wniosek, że kolektywy o wysokim stopniu centralizacji są silnie uzależnione od decyzji swoich „centralnych” członków. Jednocześnie wykazał, że kolektywy o niskiej centralizacji takiego efektu nie wykazują. Otrzymane wyniki pozwalają na potwierdzenie hipotezy głównej przynajmniej na poziomie sensowności koncepcji.

4. Eksperymentalna weryfikacja wyników analitycznych. Dalsza weryfikacja hipotezy została przeprowadzona na drodze symulacji komputerowej z wykorzystaniem przypadku rzeczywistego predykcji zanieczyszczenia pyłami atmosfery w miastach (dane dla Opola, Seulu, Pekinu) w położeniach nie pokrywających się z lokalizacją stacji pomiarowych. Również i te eksperymenty potwierdziły ogólną słusność hipotezy.

Biorąc powyższe pod uwagę uznaję, że problem badawczy został prawidłowo postawiony i rozwiązany a hipoteza badawcza przeprowadzona z sukcesem.

Rozprawa Uznać można, że struktura dysertacji wypełnia klasyczne standardy, a dobór zaprezentowanego materiału jest właściwie podporządkowany przeprowadzeniu postawionej tezy. Rozprawa napisana jest językiem zrozumiałym nie pozostawiającym czytelnikowi istotnych wątpliwości. Okupione jest to czasami powtórzeniami w tekście. Godnym podkreślenia jest fakt, że wywody dysertacji są w dużej mierze sformalizowane, co skutkuje pewną liczbą definicji, twierdzeń i dowodów wymagających od autora szczególnej staranności edycyjnej.

Ogólna wiedza w dyscyplinie Wypreparowanie powyższego problemu naukowego a następnie podejście do jego rozwiązania, w którym doktorant wielokrotnie odwołuje się do publikowanych rozwiązań i umiejętnie wbudowuje je w swoje propozycje świadczy o jego ogólnej wiedzy w dyscyplinie. Bezpośrednio świadczy o jego wiedzy zawartość przeglądowego rozdziału dysertacji (3), bogata prawidłowo zacytowana bibliografia a także poprawne odnoszenie się do osiągnięć dziedziny oraz właściwe stosowanie aparatu pojęciowego i słownictwa.

Umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej Zaakceptować należy plan badawczy oraz wybór środków do jego realizacji. Problem badawczy wymagał podejścia teoretyczno-modelowego, zaproponowania jego analitycznego rozwiązania, jak również wsparcia rozwiązania badaniami symulacyjnymi w oparciu o rzeczywiste zadanie reprezentowane przez rzeczywiste dane. Wszystko to doktorant wypełnił w stopniu co najmniej zadowalającym. Dodać również należy uwagę, że badania symulacyjne wymagały działań o charakterze inżynierskim.

Uwagi ogólne Poniższe uwagi odnoszą się do zakresu merytorycznego pracy. Traktować je należy jako kwestie skierowane do doktoranta a dotyczące jego decyzji pogłębienia lub nie pewnych wątków dysertacji.

1. Badania przedmiotowej zmienności dotyczyły bezpośrednio przypadków krańcowych – centralizacji miary 0 i 1. Co z przypadkami pośrednimi? Interesujące byłoby na przykład porównanie kolektywów o zbliżonej mierze, ale różniących się strukturą i jej interpretacją (różną liczbą agentów do jakiegoś stopnia „centralnych”).
2. Interesujące byłoby również wskazanie możliwych zastosowań proponowanego podejścia jednakże nie ze względu na środowisko, ale konstrukcję i analizę kolektywów.

Konkluzja Za podstawowe osiągnięcie doktoranta uważam oryginalnie opracowany, zrealizowany i zweryfikowany model opisujący zjawisko centralizacji w kolektywach predykujących.

W podsumowaniu recenzji stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Rafała Palaka, stanowiąc oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz wykazując ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja a także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, spełnia wymagania *Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z późn. zm.* Tym samym wnioskuję o dopuszczenie Kandydata do dalszych etapów postępowania.

