AGH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING, AUTOMATICS, COMPUTER SCIENCE AND BIOMEDICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF APPLIED COMPUTER SCIENCE

Kraków 7 listopada 2023

Dr. hab. inż. Jarosław Wąs, prof. AGH
Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej
Akademia Górniczo Hutnicza im. Stanisław Staszica w Krakowie

Recenzja rozprawy doktorskiej

Recenzję pracy doktorskiej mgr inż. Pawła Stawarza zatytułowanej „*Wyszukiwanie ścieżek w grach komputerowych w oparciu o dane zebrane o graczach*”, opracowano zgodnie z decyzją Rady Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Rzeszowskiej im. I. Łukasiewicza – zgodnie z pismem z dnia 14 września 2023.

Tematyka rozprawy i tytuł pracy

Tematyka rozprawy doktorskiej mgr inż. Pawła Stawarza pt. „*Wyszukiwanie ścieżek w grach komputerowych w oparciu o dane zebrane o graczach*’’, dotyczy problematyki wyszukiwania ścieżek do zastosowań w grach komputerowych z wykorzystaniem algorytmów sztucznej inteligencji.

Praca obejmuje takie zagadnienia jak: analiza różnych metod wyznaczania ścieżek agentów i algorytmów sterowania agentami, problematyka algorytmów wsparcia decyzji do problemów przestrzennych czy wreszcie problemu dynamicznego przewartościowania krawędzi w grafie.

W mojej ocenie temat pracy poprawnie koresponduje z zawartymi treściami.

Charakterystyka rozprawy i ocena układu rozprawy

Praca doktorska mgr inż. Pawła Stawarza składa się łącznie z ośmiu rozdziałów, obejmujących: wstęp, zasadniczą część pracy, podsumowanie oraz bibliografię. Tekst pracy zajmuje 160 stron wraz z bibliografią.

Pierwszy rozdział pracy zatytułowany *Wstęp* poświęcony jest określeniu celów ogólnych i szczegółowych pracy, wskazaniu problemu naukowego oraz określeniu metodyki pracy z uwzględnieniem: badań literaturowych, analizy istniejących rozwiązań i opracowaniu algorytmu przewartościowania krawędzi.

Rozdział 1 zatytułowany *Historyczne i współczesne spojrzenie na wyszukiwanie ścieżek w grach komputerowych* przedstawia historyczne i aktualne spojrzenie na problem wyszukiwania ścieżek, a także przedstawia motywację oraz tezę i cel pracy.

Z kolei w rozdziale 2 *Charakterystyka problemu* przedstawiono formalizację pojęć oraz osadzenie problemu badawczego w środowisku gier komputerowych.

Rozdział 3 *Przegląd istniejących rozwiązań* opisuje znane algorytmy wyszukiwania ścieżek, podejmowania decyzji a także mapy wpływów.

Rozdział 4 *Algorytm dynamicznego przewartościowywania krawędzi* przedstawia rozwiązanie algorytmiczne przygotowane przez doktoranta wraz z jego weryfikacją.

Rozdział 5 *Istniejące dane i środowiska testowe* koncentruje się na opisie istniejących rozwiązań i algorytmów w zakresie wyszukiwania ścieżek czy testowania AI w grach.

Rozdział 6 *Wyniki badań* podsumowuje analizę danych ze środowiska wieloosobowego, scenariusze testowe, procedury testowe itd. oraz przedstawia porównania istniejących algorytmów z nowymi algorytmami zaproponowanymi w niniejszej pracy.

Ostatni z rozdziałów 7 *Wnioski oraz dalsze badania* stanowi podsumowanie odnoszące się do uzyskanych wyników. Odniesiono się do realizacji celów ogólnych i szczegółowych pracy, które zostały osiągnięte.

W mojej ocenie układ redakcyjny pracy jest poprawny. Autor posługuje się poprawną terminologią w zakresie wyszukiwania ścieżek i, patrząc szerzej, stosowanych metod naukowych.

Należy stwierdzić, że oceniana praca jest napisana, na ogół, poprawnym językiem, chociaż trafiają się w niej błędy stylistyczne. Bibliografia jest generalnie aktualna. Odwołania do pozycji literaturowych są prawidłowe.

Tytuły i kolejność rozdziałów jest również prawidłowa, treść rozdziałów odpowiada wymaganiom stawianym dla prac doktorskich.

- **ocena zastosowanego piśmiennictwa**

Bibliografia składa się ze 117 pozycji związanych z tematyką pracy. Pozycje literaturowe zostały dobrane prawidłowo, biorąc pod uwagę ich istotność i aktualność. Odwołania te zostały poprawnie przeanalizowane i wkomponowane w treść rozprawy.

- **wskazanie oraz ocena realizacji celu pracy**

Głównym celem pracy było zaproponowanie rozwiązania algorytmicznego w zakresie znajdywania najszybszej ścieżki w grafie dla dynamicznie zmieniającego się otoczenia. Rozwiązanie stworzone przez autora opierające się na dynamicznym przewartościowaniu krawędzi z wykorzystaniem informacji o zdarzeniach na mapach gier komputerowych stanowi skuteczne rozwiązanie problemu naukowego przedstawionego w pracy. Przeprowadzone testy pozwoliły potwierdzić osiągnięcia pracy.

Reasumując, w mojej ocenie cele pracy zostały zrealizowane w prawidłowy sposób.

- **ocena oryginalności rozwiązania**

Algorytm wyszukiwania ścieżek bazujący na dynamicznym przewartościowaniu krawędzi stanowi w mojej ocenie oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Wartościowym uzupełnieniem wkładu naukowego jest przygotowanie i przeprowadzenie testów w oparciu o dwa środowiska testowe: w wersji jednoosobowej oraz wieloosobowej. W mojej opinii praca stanowi więc oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.

- **wskazanie oraz ocena zastosowanych metod badawczych**

W problemie wyszukiwania ścieżek Autor zastosował metodę analizy istniejących rozwiązań i na tej podstawie zaproponował własne rozwiązanie algorytmiczne w zakresie dynamicznego wartościowania krawędzi. Następnie przeprowadzono weryfikację rozwiązania z wykorzystaniem środowisk testowych (rozdział 6). Uważam, że metody badawcze zostały zastosowane w prawidłowy sposób.

Uwagi:

Poniżej przedstawiono uwagi dotyczące strony merytorycznej pracy:

- Autor jako główną ideę proponuje Dynamiczne Przewartościowanie Krawędzi, opisywane jako Dynamic Graph Reweighting. We wprowadzeniu do zagadnienia brakuje mi szerszego omówienia zagadnienia przewartościowywania krawędzi z literatury. Podejście DGR zostało przedstawione jako główne osiągnięcie pracy, należy więc konsekwentnie przedstawić stan wiedzy dziedzinowej, tzn. co w tym obszarze badawczym zrobione było wcześniej.
- Kolejna kwestia dotyczy metodyki stosowanej w pracy. Autor używa bezosobowej formy *agenty*, co sugeruje, że odnosi się do pojęcia *Multi-Agent Systems* (MAS), czyli „software'owego'' użycia technologii agentowych. Z kolei zastosowane dosyć zaawansowane metody naśladowania ludzkiej inteligencji nasuwają analogię do technologii Agent-Based Modeling (wówczas używa się zazwyczaj osobowej formy *agenci)*. Potrzebne jest bardziej precyzyjny opis osadzenia pracy w technologiach agentowych z powołaniem się na konkretne pojęcia.
- Finalnym efektem testowania metody są etapy weryfikacji i walidacji. Zabrakło mi w tekście podsumowania czynności wykonanych w ramach etapów weryfikacji i walidacji rozwiązania.
- Istotnym zadaniem w badaniu środowiska testowego stworzonego przez autora były testy z udziałem osób – uczestników. Proszę wskazać, jaka zdaniem autora powinna być liczba uczestników/testów, aby osiągnąć istotne statystycznie/,,kompletne'' wyniki.
- W podsumowaniu Autor wskazuje, że w środowisku, które stworzył i badał występują zachowania i interakcje uczestników, których nie można przewidzieć. Autor wskazuje, że powoduje to trudność w wyszukiwaniu ścieżek i świadczy to o tym, że system ten może być rozpatrywany jako system złożony. Pojęcie systemu złożonego (ang. *complex system*) jest dobrze określone w naukach informatycznych. Pytanie na podstawie jakich konkretnie cech Autor określił swój system jako system złożony? Czy zidentyfikował schematy emergencji, samoorganizacji czy występowania różnych wzorców przestrzenno-czasowych? Uzasadnienie tego punktu stanowi istotny punkt osadzenia pracy w kontekście nauk informatycznych.

Uwagi natury językowej, edytorskiej i stylistycznej:

- W pracy znajdują się zdania/określenia, które powinny zostać przeformułowane pod kątem stylistycznym przykładowo: „..zabicia wykonane przez osoby ..", „Pierwsza z przesłanek jest czysto utylitarystyczna i tkwi w branży rozrywkowej'' itd.
- W zapisie równań w pracy są stosowane niekonsekwentnie różne zapisy formuły mnożenia
- Niektóre rysunki – w szczególności dotyczące zapisów algorytmicznych są słabo czytelne - ich jakość powinna być poprawiona. Podobnie rysunku typu 6-9 powinny zostać uzupełnione wyjaśnieniami

Opisane powyżej uwagi nie wpływają jednak negatywnie na mój pozytywny odbiór ocenianej pracy doktorskiej.

Wniosek końcowy

Rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i wskazuje na wysoki poziom wiedzy teoretycznej i praktycznej Kandydata w dyscyplinie naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja.
Przedstawiona praca doktorska spełnia w pełni warunki określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (j.t. Dz.U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.). W szczególności zgodnie z wymaganiami ww. ustawy oceniana rozprawa potwierdza wiedzę teoretyczną Kandydata oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Przedmiotem rozprawy jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. W opinii recenzenta praca może więc być dopuszczona do publicznej obrony.

Dr hab. inż. Jarosław Wąs Prof. AGH
jaroslaw.was@agh.edu.pl

PODPIS ZAUFANY
JAROSŁAW
WĄS
07.11.2023 21:19:45 [GMT+1]
Dokument podpisany elektronicznie podpisem zaufanym