

Prof. dr hab. inż. Andrzej Kwiecień
Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki
Politechnika Śląska w Gliwicach
Katedra Systemów Rozproszonych i Urządzeń Informatyki
Gliwice, ul. Akademicka 16
Wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
Andrzej.Kwiecien@polsl.pl

Gliwice, dn. 1 marca 2023 r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ
mgr inż. Piotra CYBULSKIEGO
„METODY WSPOMAGANIA PROJEKTOWANIA ZACHOWANIA
ROJU DRONÓW Z ZASTOSOWANIEM DWUGRAFÓW”
Promotor: dr hab. inż. Zbigniew ZIELIŃSKI, prof. WAT
Wojskowa Akademia Techniczna
Dziedzina: Nauki Techniczne
Dyscyplina: Informatyka Techniczna i Telekomunikacja

Problem badawczy objęty zakresem rozprawy. Cel i zakres rozprawy.

Celem przedłożonej do recenzji rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Piotra Cybulskiego jest zrozumienie, rozszerzenie i uporządkowanie wiedzy na temat projektowania rojów robotów. Autor przedstawił następującą tezę pracy:

„Dwugrafy pozwalają na konstrukcję wystarczająco ekspresyjnych modeli, aby na ich podstawie skutecznie projektować zachowanie dla elementów roju dronów”.

Aby dokonać weryfikacji prawidłowości tezy pracy, Autor przedstawił jej cele i rezultaty badań. Do podstawowych, opisanych w pracy należy zaliczyć:

- opracowanie metodyki projektowania zachowania elementów roju robotów, opartej na języku dwugrafów,
- opracowanie metody weryfikacji wyników przyjętej metodyki,
- stworzenie oprogramowania, dzięki któremu będzie można zautomatyzować oprócz procesu projektowania zachowania również proces weryfikacji uzyskanych wyników.

W rozprawie omówiono problemy teoretyczne związane z projektowaniem zachowania się całego roju robotów, nie wnikając w konkretne technologie, w oparciu, o które będą działali poszczególni jego członkowie. Podjęcie tej tematyki badań jest niezwykle istotne zważywszy

na fakt ciągłego rozwoju różnych metod sterowania i ich wpływu na rozwój nowoczesnych technologii.

Ocena organizacji rozprawy

Praca składa się z 6 rozdziałów podzielonych na szereg podrozdziałów, przy czym zwraca uwagę fakt, iż Autor poświęcił bardzo dużo miejsca (ponad trzy rozdziały) na część teoretyczną, co świadczy o jego dużej wiedzy i bardzo szczegółowej analizie tematyki i procesów, których zrozumienie poparte udokumentowaną teorią pozwoliło na zasadną i prawidłową ocenę tezy pracy

Poprawność pracy

Poprawność treści pracy nie budzi moich istotnych zastrzeżeń, a zawarte w niej stwierdzenia wydają się godne zaufania, co wynika z dość szczegółowych uzasadnień, potwierdzonych wynikami przeprowadzonych badań eksperymentalnych. Generalnie praca jest poprawna pod względem treści i metodologii. Przeprowadzono do końca wszystkie zaplanowane badania naukowe.

Autor rozwiązał postawiony problem naukowy, a także użył do tego właściwych metod dowodząc, że posiadał umiejętności związane z metodyką i metodologią prowadzenia badań naukowych. Przedstawienie wyników odbyło się w sposób zwięzły i jasny dla czytelnika rozprawy.

Oryginalne wyniki rozprawy ich znaczenie dla dyscypliny naukowej

Do oryginalnych osiągnięć Autora należy zaliczyć:

1. **Opracowanie oryginalnej metodyki projektowania zachowania (koordynacji działań) elementów systemu wieloagentowego (MAS), którego szczególnym rodzajem jest rój dronów.** Jest to najważniejsze i najistotniejsze osiągnięcie Autora pracy, gdyż rozwiązuje bardzo złożony i aktualny problem badawczy. Dzięki tej metodzie, z praktycznego punktu widzenia jest to o tyle istotne osiągnięcie, że pozwala ona na koordynację elementów dowolnego MAS, o ile spełnione są założenia opisane w rozdziale 3. Przykładem może być scenariusz roju wielopoziomowego, w którym dron główny identyfikuje elementy otoczenia (np. z wykorzystaniem rozpoznania obrazowego), a następnie "konstruuje" zachowanie dla dronów wykonawczych roju wykorzystując opracowaną metodykę.
2. **Opracowanie metody również, o fundamentalnym znaczeniu dla efektów pracy, której celem jest weryfikacja opracowanego przy użyciu powyższej metodyki modelu zachowania roju.** Zrealizowanie tego celu umożliwi w znaczącym stopniu, potencjalnemu projektantowi automatyczną weryfikację wyników pracy.
3. **Opracowanie oprogramowania "proof-of-concept" pozwalającego na konstrukcję śledzących systemów przejść, a na ich podstawie również marszrut w przestrzeni stanów, a w konsekwencji harmonogramu akcji wykonywanych przez elementy roju.**

4. **Innowacyjne podejście polegające na wykorzystaniu dwugrafów ze śledzeniem do projektowania zachowania roju dronów.** Jest bez wątpienia nowatorskie podejście do zagadnienia zastosowania dwugrafów jako aparatu formalnego.

5. **Zachowanie modularnej metodyki projektowania co w niektórych sytuacjach może spowodować wykonanie niektórych etapów marszruty szybciej.**
Przykładowo konstrukcja TTS („tracking transition systems”- śledzący system przejść) może być w taki sposób zmieniona, że pomija niektóre stany. Wynikiem nadal będzie śledzący system przejść (TTS) ale mniejszy, przez co następne etapy (opracowywanie marszruty czy polityki zachowania) będą mogły zostać wykonane szybciej.

Poziom edycyjny rozprawy

Generalnie, poziom edycyjny rozprawy jest dosyć wysoki. W jej teście zdarzają się co prawda drobne niedociągnięcia edycyjne, jednakże jest to dosyć zrozumiałe przy stosunkowo obszernej rozprawie (208 stron).

Na czytającym robią wrażenie rysunki, których jasność przekazywania wiedzy jest bardzo wysoka. Nieliczne niedociągnięcia dotyczą przede wszystkim ich formatowania. Ponadto część rysunków (przede wszystkim wykresów) jest o niskiej jakości wizualnej co jest rzeczą dyskusyjną i trudno z tego czynić znaczący zarzut.

Mimo niewielkich zastrzeżeń pragnę podkreślić wysoką jakość pracy pod względem językowym, stylistycznym i redakcyjnym. (np. str.6 (styl.)„Systemy wieloobrotowe pomimo (...)”, str.8 „wsparcie(m)”)

Podsumowanie wad i słabych stron rozprawy

Trudno wskazać poważniejsze wady ogólne, czy też krytycznie słabe, szczegółowe strony rozprawy. W zasadzie zwrócić uwagę można jedynie na dwa poniżej wyartykułowane aspekty:

1. Liczba 89 pozycji literatury, nie jest relatywnie wysoka, jak na rozprawę doktorską, ale biorąc pod uwagę tematykę pracy, która jest nowa moim zdaniem absolutnie wystarczająca.
2. Przy lekturze tekstu pojawiają pewne drobne niedociągnięcia edycyjne rozprawy. Niedociągnięcia te jednak nie mają istotnego wpływu na generalnie wysoką ocenę poprawności redakcyjnej rozprawy.

Końcowe wnioski recenzji

Podsumowując stwierdzam, że:

1. Cel rozprawy został osiągnięty. O słuszności postawionej w niniejszej rozprawie tezy świadczy analiza wyników eksperymentu badawczego, które zostały przeprowadzone

- i opublikowane w publikacjach naukowych w trakcie realizacji badań niniejszej rozprawy.
2. Rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego z zakresu dyscypliny informatyki technicznej i telekomunikacji, która to rozprawa obejmuje osiągnięcia doktoranta wymienione w niniejszej recenzji.
 3. Dobór literatury i jej przegląd dowodzą, że doktorant w stopniu zadowalającym zna tematykę rozprawy. W bazach publikacji (a także i w spisie literatury zawartym w treści rozprawy) znajdują się pozycje związane ściśle z tematyką rozprawy, których współautorem jest autor rozprawy, co oznacza, że doktorant posiada już dorobek naukowy w tej dziedzinie.
 4. Rozprawa dowodzi również, że doktorant wykazał się umiejętnością prowadzenia samodzielnych badań.

Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dziennik Ustaw z 2003 r. numer 65, pozycja 595, art. 13, ust. 1) stanowi:

Rozprawa doktorska, przygotowywana pod opieką promotora, powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego lub artystycznego oraz wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej lub artystycznej, a także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej.

Na podstawie punktów 1, 2, 3 i 4 podsumowania niniejszej recenzji stwierdzam, że przedstawiona przez Pana mgr inż. Piotra Cybulskiego rozprawa doktorska wyraźnie wykracza poza poziom przeciętny, jednocześnie spełniając wymagania i warunki określone w art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami) i wnoszę o przyjęcie rozprawy doktorskiej i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Biorąc pod uwagę powyższe, a także wysoką aktualność i nowoczesność podjętej tematyki, wysoką wartość uzyskanych wyników, wysoki poziom naukowy rozprawy, a także staranność jej przygotowania i relatywnie wysoki poziom edycyjny, formułuję wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej przedstawionej przez Pana mgr inż. Piotra Cybulskiego.

