



**POLITECHNIKA
RZESZOWSKA**
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów
tel./fax: +48 17 854 12 60, tel.: +48 17 865 11 00
www.prz.edu.pl

POLITECHNIKA ŚLĄSKA
Biuro Rady Dyscypliny
Informatyka Techniczna i Telekomunikacja
wpłynęło dnia 17.02.2026
nr zał.

dr hab. inż. Dominik Strzałka, prof. PRz

Rzeszów, dn. 10.02.2026 r.

Politechnika Rzeszowska

Wydział Elektrotechniki i Informatyki

Zakład Systemów Złożonych

Tytuł rozprawy: Hybrydowa wizyjno-radiowa metoda wspomagania rozpoznawania i pozycjonowania komponentów inteligentnego środowiska domowego oparta na uczeniu maszynowym

Autor rozprawy: mgr inż. Sebastian Pokuciński

Promotor rozprawy: prof. dr hab. inż. Dariusz Mrozek

Opiekun pomocniczy: dr inż. Marek Koźlak

Dziedzina: nauki inżyniersko-techniczne

Dyscyplina: informatyka techniczna i telekomunikacja



ZAKŁAD SYSTEMÓW ZŁOŻONYCH

Wydział Elektrotechniki i Informatyki
ul. Wincentego Pola 2, 35-959 Rzeszów, tel. 17 865 1340
zsz.prz.edu.pl

Syntetyczne przedstawienie rozprawy

Cel pracy

Przedmiotem recenzowanej rozprawy są badania przemysłowe realizowane w ramach doktoratu wdrożeniowego. Nadrzędnym celem pracy jest zwiększenie stopnia automatyzacji procesu rozpoznawania i pozycjonowania obiektów oraz struktur inteligentnego środowiska domowego. W ramach celów przemysłowych istotne było przeprowadzenie szerokiego rozeznania rynkowego i analizy otoczenia, które wykraczały poza sam typowy rozwój wdrożeniowego rozwiązania technicznego. Wykonano rozpoznanie semantycznie wartościowych typów obiektów i zasobów w celu ustalenia ich położenia w rzeczywistym modelu inteligentnego środowiska domowego – jego cyfrowym bliźniaku.

Zakres pracy

Rozprawa doktorska składa się z sześciu zasadniczych rozdziałów. W pierwszym omówiono motywacje autora, cele, hipotezy i pytania badawcze oraz wstępne propozycje rozwiązań. Rozdział drugi prezentuje analizę literatury (przy pomocy metodyki przeglądu systematycznego) oraz badania rynku i oczekiwań klientów. Trzeci rozdział obejmuje zagadnienia systemów radiowych i ich potencjalnych możliwości zastosowania do radiowego wyznaczania dystansu oraz zastosowania metody trilateracji w zadaniu pozycjonowania przestrzennego. Kolejny rozdział, czwarty, odnosi się do systemów wizyjnego rozpoznawania i lokalizowania obiektów. Następnie autor szeroko omawia (rozdział piąty) swój wkład własny w przygotowane rozwiązanie: prototypu systemu hybrydowego rozpoznawania i pozycjonowania komponentów środowiska domowego. Efekty pracy przygotowanego rozwiązania omówiono w rozdziale 6 wraz z weryfikacją postawionych w pracy hipotez i aspekt wdrożeniowy całego rozwiązania także z potencjalny dalszy jego rozwojem.

Charakter rozprawy

Praca ma charakter teoretyczno-eksperymentalny; jest zrealizowana jako typowy przykład doktoratu wdrożeniowego. Przeprowadzone w pracy badania zrealizowano we ścisłej współpracy z firmą Simlab Sp. z o.o. z Gliwic, która rozwija platformę SIM-ON, tj. kompleksowe narzędzie do przestrzennego zarządzania nieruchomościami.

Opinia:

- o poprawności o oryginalności postawionej tezy i stopniu w jakim została ona wykazana.

W pracy postawiono 3 hipotezy:

Hipoteza główna: Zastosowanie hybrydowego systemu wizyjno-radiowego do analizy cyfrowego modelu inteligentnego środowiska domowego pozwala na usprawnienie procesu odzyskania semantycznego znaczenia jego komponentów poprzez automatyzację ich rozpoznawania i pozycjonowania.

- Hipoteza dodatkowa 1: Zastosowanie cyfrowego modelu środowiska badawczego pozwala na radiową estymację dystansu pomiędzy punktami w przestrzeni bryły budynku o równie wysokiej jakości, co jej wyznaczenie bazując na pomiarach manualnych.





- Hipoteza dodatkowa 2: Przetwarzanie wstępne zbiorów zdjęć, polegające na doborze południka rozcięcia sfery (punktu początkowego w procesie rzutowania obrazów sferycznych na reprezentację panoramiczną), pozwala na zwiększenie efektywności wyszkolonego modelu detektora obiektów i jego działania w środowisku domowym.

Wszystkie postawione hipotezy mają oryginalny charakter w odniesieniu do tematyki prezentowanej w rozprawie. Wiążą się bezpośrednio z: (i) charakterem rozprawy jako doktoratu wdrożeniowego, (ii) praktycznymi problemami, do rozwiązania których niezbędne było wykonanie serii eksperymentów i badań przemysłowych oraz (iii) realnymi przykładami i rozwiązywanymi problemami, z jakimi spotyka się firma Simlab Sp. z o.o. z Gliwic.

Zarówno sama treść pracy, jej zakres, liczba wykonanych prac eksperymentalnych i badawczych jak i włożony znaczący indywidualny wkład autorski jednoznacznie przekonują, że hipoteza główna jak i dwie hipotezy dodatkowe zostały w pracy udowodnione. Autor odnosi się także do tego w rozdziale 6.1, gdzie szczegółowo wykonuje analizę i uzasadnia powyższe.

- o analizie źródeł:

W pracy użyto referencji do 334 prac i opracowań naukowych. Ta duża liczba referencji częściowo wynika z faktu, iż w rozdziale drugim wykonując analizę literatury, autor posłużył się systematycznym przeglądem literatury wraz z trzema pytaniami badawczymi. Z początkowej liczby około 3000 artykułów w wyniku kolejnych etapów analizy wyłoniono 172 publikacje, które także uzupełniono o kilka innych. W efekcie tego zautomatyzowanego przeglądu w spisie pojawiło się około 200 referencji odnoszących się do różnych aspektów praktycznych i badawczych związanych z zakresem pracy.

Przywołane w doktoracie referencje obejmują dość szeroki zakres czasowy, mają bezpośredni związek z tematem i zakresem rozprawy doktorskiej oraz odnoszą się do najważniejszych aspektów badawczych i rozwojowych. Odwołania do literatury przekonują o bardzo dobrym rozeznaniu autora w aktualnym stanie wiedzy w zakresie omawianego w pracy tematu.

- o pozycji rozprawy w stosunku do stanu wiedzy i/lub stanu techniki reprezentowanych przez literaturę światową

Szeroki kontekst zagadnień omawianych w pracy jest przedmiotem wielu prac naukowych i wdrożeniowych od ponad 30-u lat. Wynika to m.in. z faktu postępującej cyfryzacji wielu aspektów naszego codziennego życia oraz oczywiście działalności technicznej i gospodarczej człowieka. W szczególności praca dotyczy aspektu, który powszechnie jest znany w przemyśle i biznesie jako cyfrowy bliźniak (ang. digital twin). W szczególności, w recenzowanej rozprawie jest on odniesiony do modelu cyfrowego obiektu budowlanego (np. mieszkania), który odtwarza jego geometryczną i funkcjonalną strukturę oraz umożliwia szybkie i skuteczne aktualizowanie tego odwzorowania względem stanu rzeczywistego, który z upływem czasu może się zmieniać. Dotyczy to różnorodnego rodzaju wyposażenia pomieszczeń, instalacji i obiektów użytkowych, ich fizycznego rozmieszczenia oraz identyfikacji. Jak skutecznie uzasadnił autor rozprawy, wykonywanie ręczne tego typu rozwiązań jest czasochłonne a system cyfrowy umożliwia efektywne i skuteczne połączenie danych pochodzących z dokumentacji architektonicznej, technicznej, inwentaryzacji oraz z czujników i urządzeń działających w czasie rzeczywistym.





Biorąc pod uwagę bardzo dużą liczbę zacytowanych odwołań do literatury nie ulega wątpliwości, że temat jest nadal aktualny, efektywnie rozwijany i należy oczekiwać, że pojawienie się rozwiązań bazujących na AI/ML tej sytuacji nie zmieni.

- o znaczeniu uzyskanych wyników dla danej dyscypliny naukowej

Koncepcja cyfrowego bliźniaka jest bardzo przekonującym przykładem praktycznego zastosowania problematyki cyfryzacji w działalności człowieka. Z punktu widzenia znaczenia uzyskanych wyników dla dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja autor rozprawy samodzielnie zaproponował kilka własnych istotnych propozycji algorytmów, modyfikacji algorytmów istniejących oraz potrafił zastosować wiedzę teoretyczną i praktyczną uzyskując działający system. Było to możliwe dzięki przeprowadzonej serii eksperymentów i badań przemysłowych także na obiektach rzeczywistych z dodatkowymi ograniczeniami w kontekście uwarunkowań ekonomicznych, jakie narzuca praktyka biznesowa firmy Simlab Sp. z o.o. z Gliwic. Oznacza to uzyskanie sprawdzonego od strony badawczej rozwiązania technicznego, typowego dla praktycznych zastosowań realizowanych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja. Ponadto na potrzeby uzyskania rozwiązania końcowego wykonano serie eksperymentów i badań, pomiarów oraz ich analizy i interpretacji uzyskując nie tylko potwierdzenie przyjętych założeń, ale także istotne ograniczenia praktyczne stosowania proponowanego podejścia. Wszędzie gdzie było to możliwe posługiwano się aparatem matematycznym uzasadniając przyjęte rozwiązania.

- o umiejętności autora do poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników.

Autor operuje w rozprawie bardzo zwięzłym, precyzyjnym, poprawnym i przekonującym językiem technicznym oraz naukowym. Jest dość trudno znaleźć w pracy takie fragmenty, które zawierałyby wątpliwe sformułowania. Autor rozumie szeroki kontekst rozważanego tematu, potrafi zawęzić swoje rozważania do określonych obszarów, poprawnie wskazuje te zagadnienia, które wymagają dodatkowej uwagi, także w ramach kolejnych prac badawczo-rozwojowych. Niemniej jednak jest kilka zagadnień, które wymagają pewnych objaśnień.

1. Na stronie 54 jest zdanie: „Uzyskano łącznie 477 odpowiedzi, które przełożyły się na 173 niepowtarzalne propozycje typów obiektów do rozpoznawania” – jak te liczby mają się do zestawu 55 oczekiwanych do rozpoznawania obiektów w środowisku domowym.
2. Na str. 56 jest zapisane zadanie: „Utworzono w ten sposób macierz, składającą się z 550 pól: 55 klas obiektów * 10 klas pomieszczeń.” Ale Tabela 2.11 zawiera informację o 30-u klasach pomieszczeń – jest tutaj potrzebne wyjaśnienie.
3. Na str. 184 i Rys. 5.14 zapisano: „Wykres słupkowy liczby obiektów obecnych w konkretnych pokojach całego środowiska testowego”, ale powyżej Rys. 5.14 zapisano: „Wykres słupkowy licznosci oznaczonych obiektów w poszczególnych pomieszczeniach przedstawiono na Rys. 5.14.” Podobnie jest na str. 223 (Rys. 5.38 i treść tekstu odnosząca się do danych prezentowanych na rysunku (pokój – pomieszczenie), gdzie jest znów mowa o pokojach i pomieszczeniach.

Ponadto, fragment pracy (rozdział 5.7) przedstawiający końcowe prace eksperymentalne w rzeczywistym środowisku, gdzie nastąpiła końcowa weryfikacja pracy prototypu, zawiera





opisy, które mocno odnoszą się do dość nieprecyzyjnych stwierdzeń, np. „zdjęcia (...) wykonane były najlepiej doświetlone, a także najbardziej ostre i wyraźne”.

Od strony redakcyjnej praca napisana jest bardzo starannie i w zasadzie może w maksymalnie pięciu miejscach można doszukać się w jej treści drobnych niedociągnięć technicznych. Gratulacje dla autora za duży wysiłek włożony w ten aspekt pracy.

Główne wady rozprawy i jej słabe strony.

Jak już wskazano wyżej w pracy nie ma bardzo poważnych usterek. Autor używa języka polskiego w sposób poprawny i pracę czyta się bardzo dobrze. Moje niewielkie zastrzeżenia odnoszą się do sposobu prezentacji niektórych wizualizacji obiektów i modeli trójwymiarowych, które mogłyby być nieco większe zwłaszcza gdy są na nich prezentowane istotne informacje z punktu widzenia pracy samego systemu; np. Rys. 5.22 strona prawa wskazuje na pewne istotne informacje oznaczone kolorami, ale trudno jest je zidentyfikować. Ponadto w pracy zaprezentowano kilka nowych algorytmów, dla których zabrakło odniesienia się do ich złożoności obliczeniowej lub, nieco szerzej, prezentacji informacji o czasie i zasobach potrzebnych do ich efektywnego działania.

Uwagi szczegółowe

Uwagi szczegółowe w odniesieniu do pracy zostaną wyrażone w postaci pytań do autora rozprawy doktorskiej. Nie mają one charakteru krytycznego, będą jedynie próbą rozwiania ewentualnych wątpliwości, które pojawiły się w czasie lektury rozprawy:

1. Kim faktycznie byli respondenci biorący udział w badaniu sondażowym opisanym w rozdziale 2.2.4? Jak ich dobrano i czy sposób doboru nie wpłynął na uzyskane wyniki?
2. Jaka jest złożoność obliczeniowa (lub sprzętowa) zaproponowanych algorytmów?
3. Czy w ramach prowadzonych rozważań i analiz wzięta była pod uwagę technologia tagów RFID jako podejście alternatywnego lub uzupełniającego? Czy użycie tagów RFID (np. naklejanych) nie byłoby prostsze i zdecydowanie tańsze w porównaniu np. do skonstruowanych narzędzi pomiarowych?
4. W treści pracy w odniesieniu do rozmieszczonych urządzeń lokalizatorów radiowych zapisano na str. 198: „*Ich rozmieszczenie wykonano zgodnie z intuicyjną potrzebą pokrycia przestrzeni zdjęciami sferycznymi, efektywnie nierównomiernie, co do ich liczby per pomieszczenie.*” Jak należy rozumieć pojęcie *intuicyjnej potrzeby pokrycia przestrzeni*? Czy w tym zakresie nie byłyby potrzebne jakieś wytyczne, lub nawet narzędzie wspomagające ten proces?
5. Na str. 203 zostało zapisane: „*Do końcowego zastosowania wytypowano zestaw zdjęć wykonanych przez kamerę C3.*” Jakie mierzalne kryteria użyto, aby tego dokonać? W pracy kolejne zdanie informuje, że: „*W porównaniu z pozostałymi kamerami, zdjęcia nią wykonane były najlepiej doświetlone, a także najbardziej ostre i wyraźne.*”, ale to raczej nie jest podejście zautomatyzowane.





Wniosek końcowy

Po analizie przedłożonej rozprawy doktorskiej Pana mgra inż. Sebastiana Pokucińskiego stwierdzam, że wnosi ona wkład w rozwój dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja. Stanowi ona oryginalne rozwiązanie problemu technicznego i naukowego, potwierdzając wiedzę, bardzo dobre przygotowanie merytoryczne, umiejętności praktyczne oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych przez Doktoranta. Podjęta w pracy tematyka jest aktualna i jak pokazano ma rzeczywisty potencjał aplikacyjny. Recenzowana rozprawa doktorska spełnia ustawowe wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora, określone ustawą o stopniach i tytułach naukowych – uwzględnione w art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki w związku z art. 179 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r., poz. 1669). Na tej podstawie wnioskuję do Rady Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Śląskiej w Gliwicach o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

