

Recenzja rozprawy Pana mgr. inż. Rafała Więckowskiego pt.: „Ocena przejezdności trasy w systemach autonomicznej jazdy lądowych platform mobilnych pracujących w terenie przygodnym”

Rozprawa Pana mgr. inż. Rafała Więckowskiego pt.: „**Ocena przejezdności trasy w systemach autonomicznej jazdy lądowych platform mobilnych pracujących w terenie przygodnym**” w ramach dyscypliny naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne, w ramach dziedziny nauk: Nauki Inżynieryjno-Techniczne dotyczy wyników badań Autora związanych z rozwojem technologii autonomicznej jazdy lądowych platform mobilnych. W szczególności Autor koncentruje się na zagadnieniu oceny przejezdności trasy na podstawie danych o otoczeniu pozyskiwanych z czujników laserowych oraz kamery hiper-spektralnej.

Problem badawczy

Autor przedstawił następujące zagadnienia badawcze w rozdziale 2.1:

- opracowanie metod analizy przejezdności terenu dla autonomicznego systemu jazdy BPL przeznaczonych do pracy w terenie nieustrukturyzowanym
- stworzenie reprezentacji otoczenia w celu wyznaczania bezkolizyjnej ścieżki przy pomocy fuzji różnych sensorów (lidar, kamer RGB, kamery stereowizyjne, kamera hyperspektralna)
- opracowanie metody wyznaczania ścieżki bezkolizyjnej w oparciu o parametry geometryczne (nachylenie, wysokość terenu)
- uwzględnienie dodatkowych informacji jak właściwości materiałowe nawierzchni

Warsztat badawczy

Autor realizował badania w ramach projektów Łukasiewicz-PIAP: ATENA, DEZROB oraz HUNTeR. W ramach tych projektów Autor wraz z niewymienioną grupą współpracowników realizowali zadania pokrewne do przedstawionego wyżej problemu badawczego.

Wyniki badań demonstrowane były na terenie Instytutu Łukasiewicz-PIAP, poligonach WITU, Nowa Dęba i Lipa (podczas FEX-23 i FEX-24).

Autor zdefiniował kluczowe wytyczne do oceny przejezdności dla autonomicznych platform lądowych.

Analizę źródeł, w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle?

Bibliografia składa się ze 119 pozycji. Autor może pochwalić się dorobkiem naukowym w ramach wymienionych 4 pozycji ze znaczącym udziałem własnym. Pozycje literaturowe są aktualne i pokrywają zakres merytoryczny pracy.

Przegląd literatury został przedstawiony w rozdziale trzecim „Przegląd stanu wiedzy – stan techniki”. Autor przedstawia sensory do budowy modelu otoczenia oraz uwzględnia różne zastosowania. Następnie omawia badania podstawowe w zakresie robotyki mobilnej oraz badania w zakresie autonomii robotów mobilnych pracujących w złożonych i otwartych terenach. Autor wspomina o algorytmie SLAM i o skanowaniu 3D w terenach otwartych. Następnie omawia problem przejezdności mobilności oraz zdolności terenowej. Autor trafnie we wniosku stwierdza, że rozwój autonomii robotów mobilnych to wielowymiarowe wyzwanie, które łączy zagadnienia z obszaru SLAM, planowanie ruchu, sterowania. Autor przytacza zagadnienie interoperacyjności systemów i interfejsów człowiek maszyna, niestety nie wyjaśniając tego zagadnienia. W mojej ocenie Autor przeprowadził analizę obecnego stanu wiedzy w sposób dostateczny, wręcz minimalistyczny.

Indywidualny, merytoryczny wkład Autora

Autor przedstawił przeprowadzone badania w zakresie oceny przejezdności dla BPL w rozdziale 4 „Opis teoretycznych prac własnych”.

Autor omawia projekty ATENA, DEZROB i HUNTER, niestety nie jest dla mnie zrozumiałe dlaczego realizacja projektów miałyby mieć znaczenie w kontekście pracy doktorskiej.

Autor przedstawia mapę przejezdności nawiązując do pracy innego autora uwzględniając kluczowe istotne parametry w ocenie przejezdności.

Następnie Autor omawia kilka robotów nie ujawniając istotnych parametrów technicznych. Kilka istotnych parametrów zostało przedstawionych w tabeli 1 z której możemy się dowiedzieć o kątach nachylenia, stopniu, nierówności oraz prędkości maksymalnej. Na tej podstawie Autor określa klasę rozpatrywanych BPL.

Autorskim wkładem Autora jest ogólny schemat systemu na rysunku 17. Zastanawiającym uproszczeniem jest rezygnacja z uprzednio omawianych kamer RGB i stereo. Widoczny jest brak konsekwencji w przedstawionej metodyce. Na rysunku brakuje wspomnianego później IMU. Na szczęście Autor wyjaśnia pod koniec rozdziału 4.3 że „danymi wejściowymi do analizy geometrycznej są:” dane z lidar + dane z IMU + dane z odometrii. Ten brak systematycznego opisu przyjętej metodyki utrudnia zrozumienie strategii podejścia. W mojej ocenie ta część manuskryptu wymagałaby uzupełnienia o **szczegółowy schemat zastosowanych czujników oraz schemat algorytmu fuzji danych**.

Autorska metoda

Autor przedstawia nową metodę oceny przejezdności z analizą materiałów otoczenia w rozdziale 4.4, która skutecznie usprawnia metodę geometryczną (eksperyment przedstawiony w rozdziale 5.5).

Autor jednoznacznie stwierdza o zwiększeniu efektywności planowania trasy poprzez „wzbogacenie danych o informację o materiale podłoża”. Potwierdzone jest to przeprowadzonymi eksperymentami w warunkach laboratoryjnych jak i poligonowych.

Dowodem są np.: rysunek 74 na którym pokazano porównanie metody planowania trasy bez klasyfikacji otoczenia do autorskiej metody uwzględniającej klasyfikację materiału otoczenia. Porównanie to jednoznacznie pokazuje przewagę proponowanej metody. Pewien niedosyt budzi fakt małej skali przeprowadzonych eksperymentów oraz brak eksperymentów o charakterze weryfikacji

powtarzalności uzyskanych wyników. W mojej ocenie Autor rozwiązał istotne zagadnienie badawcze i użył właściwej do tego metody. Przyjęte założenia są uzasadnione.

Przydatność rozprawy dla nauk inżynieryjno-technicznych

Roboty klasy BPL mają coraz większy bezpośredni wpływ na nasze życie prywatne, zawodowe a także bezpieczeństwo. Wystarczy wskazać rozwijającą się gałąź przemysłu motoryzacyjnego – samochody autonomiczne jak i konieczność opracowywania nowych BPL w celu zwiększenia bezpieczeństwa. Opracowana metoda może skutecznie poprawić autonomię pracy robotów, np.: patrolujących nasze granice.

Uwagi redakcyjne

Strona 39 literówka w praca → w pracy

Strona 40 w tytule 3.4 brakuje „w”

Krytyczne uwagi końcowe na które oczekuje pisemnej odpowiedzi Autora

Poproszę o przedstawienie i omówienie szczegółowego schemat zastosowanych czujników oraz algorytmu fuzji danych.

Proszę o wyjaśnienie roli Autora oraz kontrybucję w projekty ATENA, DEZROB i HUNTER. Moje pytanie dotyczy autorskiego wkładu, proszę o rozwianie wątpliwości pracy zbiorowej. Proszę o wymienienie członków zespołu badawczego projektów i określenie ich roli.

Proszę o wyjaśnienie przytoczonego zagadnienia interoperacyjności systemów i interfejsów człowiek maszyna, czy ma to znaczenie merytoryczne parząc z punktu widzenia realizowanych prac badawczych?

Proszę o przedstawienie analizy wpływu prędkości na potencjalne rozmycie danych lidar oraz na jakość wyniku końcowego. Czy istnieje jakaś prędkość graniczna przy której algorytm już nie generuje prawidłowego wyniku. Stąd też nasuwa się kolejne pytanie o weryfikację odpowiedzi algorytmu -> na jakiej podstawie robot stwierdza, że proponowana przez system ścieżka jest prawidłowa? Proszę wskazać parametry jakościowej oraz ilościowej oceny wyniku generowanego przez algorytm.

Ocena końcowa

Rozprawa Pana mgr. inż. Rafała Więckowskiego pt.: „Ocena przejezdności trasy w systemach autonomicznej jazdy lądowych platform mobilnych pracujących w terenie przygodnym” **spełnia wymagania** określone w art. 187 ust. 1-2 Ustawy.