



**WYDZIAŁ
ELEKTROTECHNIKI
I INFORMATYKI**
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

Michał Bazan

Badanie algorytmów nawigacyjnych

PRACA MAGISTERSKA

Opiekun pracy:
dr inż. Dariusz Rzońca

Rzeszów, 2024

Spis treści

1. Wstęp	6
2. Inżynierska część projektu	7
2.1. Budowa robota	7
2.2. System operacyjny robota	7
2.3. Sterowanie robotem	7
3. Badane algorytmy	8
3.1. Algorytm genetyczny	8
3.2. Uczenie ze wzmocnieniem	8
3.3. Algorytmy nawigacyjne	8
4. Badania	9
4.1. Optymalizacja nastaw regulatora PID prędkości obrotowej	9
4.2. Optymalizacja nastaw regulatora położenia i orientacji	9
4.3. Porównanie algorytmów nawigacyjnych w terenie bez przeszkód	9
4.4. Porównanie algorytmów nawigacyjnych w terenie z przeszkodami	9
5. Podsumowanie i wnioski końcowe	10
Literatura	12

Wykaz symboli, oznaczeń i skrótów

1. Wstęp

W dzisiejszych czasach, wraz z dynamicznym rozwojem technologii mobilnych, algorytmy nawigacyjne i uczenia maszynowego [3] odgrywają kluczową rolę w różnorodnych aplikacjach, poczynając od systemów nawigacji w samochodach po autonomiczne roboty poruszające się w różnych środowiskach. Biorąc pod uwagę aktualność tych zagadnień i rosnące zapotrzebowanie, zdecydowano o przeprowadzeniu badań dotyczących systemów nawigacyjnych.

Celem tej pracy jest zbadanie heurystycznych metod [5] optymalizacji regulatorów PID oraz porównanie wybranych algorytmów pod kątem kryteriów takich jak dokładność wyznaczania trasy oraz wydajność obliczeniowa w różnych warunkach terenowych.

Zakres pracy obejmuje dwie części:

- a) część inżynierska - wykonanie robota mobilnego, implementacja systemu wbudowanego oraz implementacja stacji operatorskiej opartej na systemie ROS2 [2]
- b) część badawcza - badanie algorytmów uczenia maszynowego do optymalizacji nastaw regulatorów PID oraz porównanie wybranych algorytmów nawigacyjnych.

Zastosowanie standardu ASPICE [6] zapewnia wysoką jakość procesu budowy robota oraz implementacji oprogramowania co pozwoli na przeprowadzenie rzetelnych badań i wyciągnięcie wiarygodnych wniosków.

2. Inżynierska część projektu

W tym rozdziale przedstawiono kompleksowy opis prac związanych z implementacją oraz funkcjonowaniem robota. Niniejszy rozdział stanowi szczegółowe omówienie trzech kluczowych elementów projektu, które skupiały się na budowie fizycznej robota zgodnie z procedurami SPICE, implementacji oprogramowania w języku C++ z uwzględnieniem unit testów oraz wykorzystaniu środowiska ROS2 i technologii Docker do sterowania robotem. Dzięki zastosowaniu tych trzech elementów możliwe było zapewnienie nie tylko skutecznej implementacji samego robota, ale również jego oprogramowania oraz efektywnego zarządzania nim w czasie rzeczywistym.

W dalszej części pracy szczegółowo omówione zostaną poszczególne etapy realizacji każdego z tych komponentów, prezentując zarówno teoretyczne założenia, jak i praktyczne wyniki osiągnięte w ramach projektu.

2.1. Budowa robota

Pierwszym aspektem, który zostanie przedstawiony, jest proces budowy robota. Opisane zostaną tutaj szczegóły dotyczące wyboru komponentów, proces montażu oraz ewentualne modyfikacje wprowadzone w celu zapewnienia optymalnego działania.

2.2. System operacyjny robota

Ta sekcja skupia się na implementacji oprogramowania w języku C++, obejmującej zarówno projektowanie jak i programowanie robotycznych funkcji.

2.3. Sterowanie robotem

Kolejnym istotnym zagadnieniem będzie omówienie wykorzystania ROS2 oraz technologii Docker w kontekście sterowania robotem. Przedstawione zostaną tutaj zarówno zalety jak i wyzwania związane z integracją tych narzędzi.

3. Badane algorytmy

3.1. Algorytm genetyczny

3.2. Uczenie ze wzmocnieniem

3.3. Algorytmy nawigacyjne

4. Badania

- 4.1. Optimalizacja nastaw regulatora PID prędkości obrotowej
- 4.2. Optimalizacja nastaw regulatora położenia i orientacji
- 4.3. Porównanie algorytmów nawigacyjnych w terenie bez przeszkód
- 4.4. Porównanie algorytmów nawigacyjnych w terenie z przeszkodami

5. Podsumowanie i wnioski końcowe

Załączniki

Literatura

- [1] https://github.com/DevxMike/master_degree
- [2] <https://docs.ros.org/en/foxy/index.html>
- [3] Francois Chollet: Deep Learning. Praca z językiem Python i biblioteką Keras. Helion 2019
- [4] Paweł Cichosz: Systemy uczące się. WNT 2007
- [5] Riccardo Poli, William B. Langdon, Nicholas F. McPhee, John R. Koza: A Field Guide to Genetic Programming. Lulu Enterprises Uk Ltd 2008
- [6] https://mfiles.pl/pl/index.php/Automotive_SPICE

STRESZCZENIE PRACY DYPLOMOWEJ MAGISTERSKIEJ

BADANIE ALGORYTMÓW NAWIGACYJNYCH

Autor: Michał Bazan, nr albumu: EF-163881

Opiekun: dr inż. Dariusz Rzońca

Słowa kluczowe: (Algorytmy nawigacyjne, Robot mobilny, Inżynieria, ASPICE, Machine Learning)

Praca koncentruje się na badaniu wybranych algorytmów nawigacyjnych oraz metod optymalizacji nastaw regulatorów PID z wykorzystaniem zbudowanego robota mobilnego, który został skonstruowany zgodnie z procedurami ASPICE. Celem jest ocena dokładności, szybkości wyznaczania trasy oraz ogólnej wydajności tych algorytmów. Badania obejmują również wpływ rodzaju algorytmu odometrii na dokładność nawigacji. Analiza wyników pozwoli wyciągnąć wnioski dotyczące skuteczności i efektywności badanych algorytmów nawigacyjnych. Dzięki zastosowaniu standardów ASPICE zapewniona została wysoka jakość procesu budowy robota, co umożliwia rzetelne i wiarygodne badania nad jego funkcjonalnością i algorytmami nawigacyjnymi.

RZESZOW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Faculty of Electrical and Computer Engineering

Rzeszow, 2024

MSC THESIS ABSTRACT

TEMAT PRACY PO ANGIELSKU

Author: Michał Bazan, album number: EF-163881

Supervisor: Dariusz Rzońca, dr. engineer

Key words: (Navigation algorithms, Mobile robot, Engineering, ASPICE, Machine Learning)

The work focuses on the study of selected navigation algorithms and methods for optimising PID controller settings using a built mobile robot that has been constructed according to ASPICE procedures. The aim is to evaluate the accuracy, routing speed and overall performance of these algorithms. The research also includes the influence of the type of odometry algorithm on navigation accuracy. Analysis of the results will allow conclusions to be drawn regarding the effectiveness and efficiency of the navigation algorithms studied. Through the use of ASPICE standards, the high quality of the robot construction process is ensured, enabling reliable and credible research into its functionality and navigation algorithms.