

Symulacja dookólnej bazy mobilnej

Radosław Świątkiewicz

Promotor: dr hab. inż. Wojciech Szynkiewicz
Instytut Automatyki i Informatyki Stosowanej
Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Politechnika Warszawska

7 lutego 2018

Spis treści

1 Wprowadzenie

2 Problem

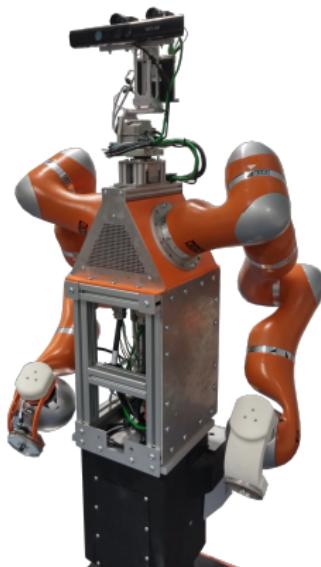
3 Platforma

4 Model

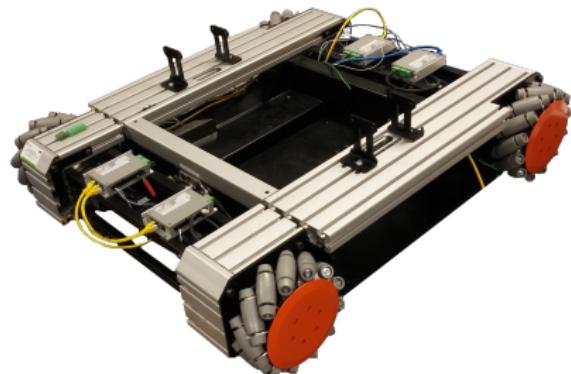
5 Pomiarystyczne

6 Podsumowanie

Roboty



Robot manipulacyjny Velma



Platforma na kołach Mecanum

Cel projektu — opracowanie modelu i środowiska symulacyjnego platformy

Do czego przydatny jest model:

- Pozwala na bezpieczne testowanie nowego oprogramowania.
- Przyspiesza implementację i testowanie programu sterującego.
- Pozwala na przeprowadzanie skomplikowanych i niebezpiecznych dla robota testów.
- Daje możliwość modelowania czujników niezamontowanych w urządzeniu.

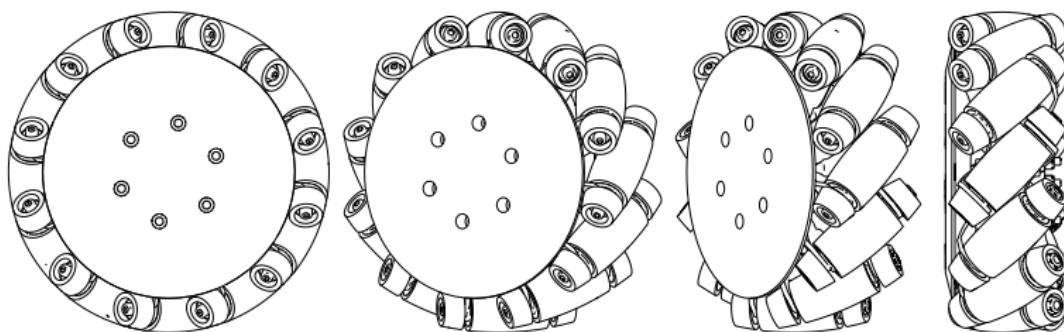
Wymagania:

- Model reaguje na momenty siły i siły tarcia w sposób zbliżony do robota.
- Przyjmuje taką samą postać sygnałów sterujących.
- Generuje dane z czujników wirtualnych, zbliżone do rzeczywistych.

Założenia

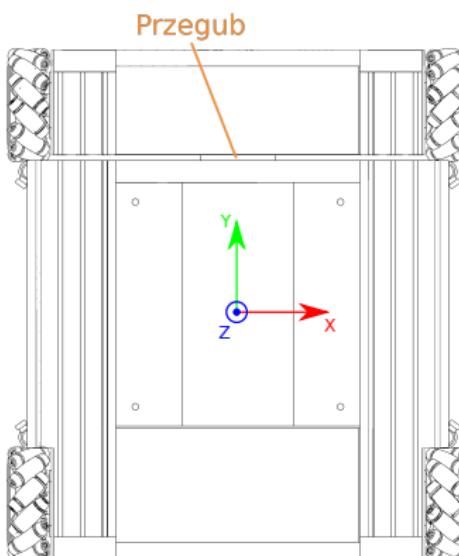
- Ze względu na ograniczoną moc obliczeniową komputera, modele kół muszą być przybliżone.
- Robot i model poruszają się tylko po płaszczyźnie.
- Odwzorować należy kinematykę, dynamikę i tarcie.
- Mogą występuwać poślizgi kół.
- Symulacja obarczona jest naturalnym numerycznym błędem liczb zmiennoprzecinkowych.

Koła Szwedzkie (Mecanum)



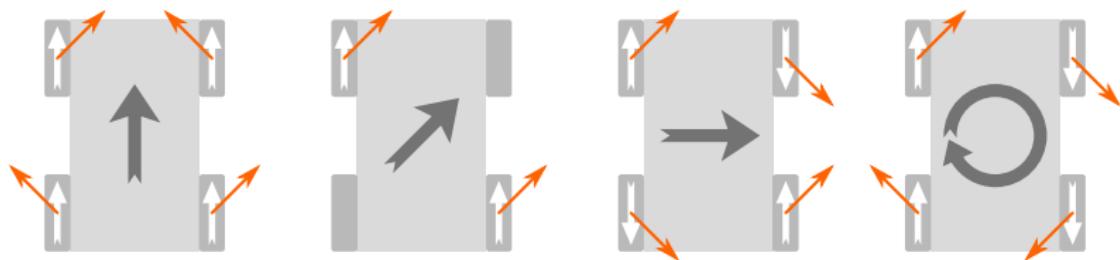
- Każde koło ma 12 pasywnych rolek.
- Rolka jest obrócona o 45° względem osi obrotu koła.
- Punkt kontaktu rolki z podłożem powinien płynnie przechodzić z rolki na rolkę.
- Oś rolki aktualnie znajdującej się u góry koła jest prostopadła do osi rolki kolidującej z podłożem.

Budowa



- Koła ustawione są w kształt litery X.
- Przegub o jednym stopniu swobody łączy dwie części platformy.

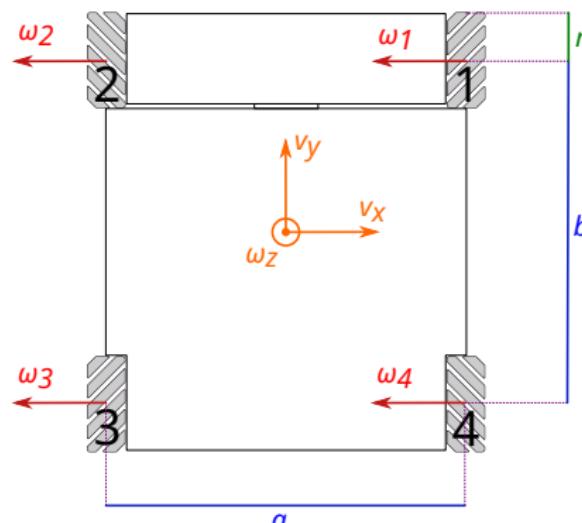
Kierunki ruchu



Poprzez znoszenie się składowych wektorów sił, robot może poruszać się w kierunkach nieosiągalnych dla pojazdów o zwykłych kołach.

Model kinematyki

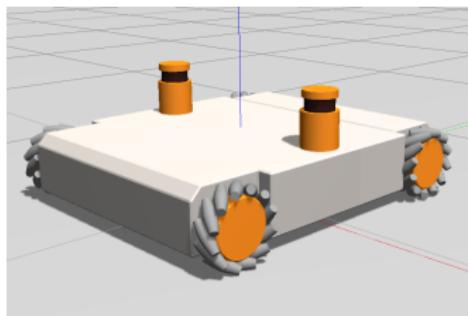
$$\begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ \omega_z \end{bmatrix} = \frac{r}{4} \begin{bmatrix} -1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ \frac{2}{a+b} & \frac{-2}{a+b} & \frac{-2}{a+b} & \frac{2}{a+b} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \\ \omega_4 \end{bmatrix}$$



Czujniki

- Enkodery generują prędkość kątową i kąt obrotu koła.
- Skanery laserowe zwracają przybliżony zarys obiektów wokół robota.
- Jednostka inercyjna mierzy przyspieszenie liniowe i prędkość kątową platformy.

Składniki systemu



Model dynamiki platformy.

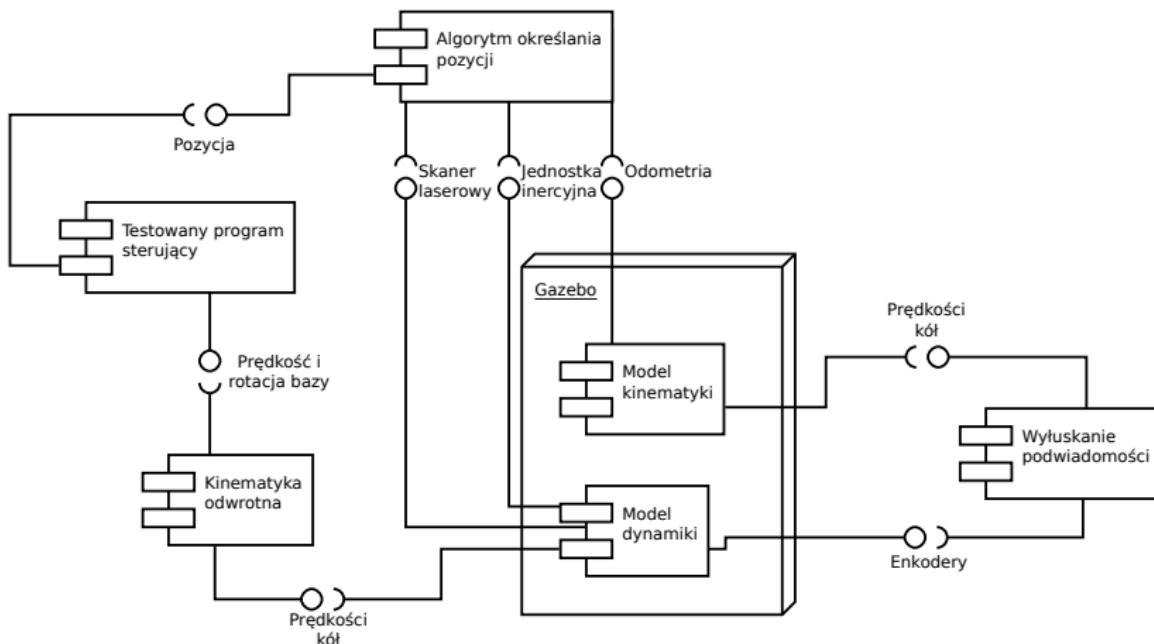
- Uproszczony model dynamiki.
- Matematycznie dokładne modele kinematyki.
 - Model kinematyki prostej — koła na prędkość.
 - Model kinematyki odwrotnej — prędkość na koła.
- Modele czujników.
 - Enkodery.
 - Skanery laserowe.
 - Jednostki inercji.
- Pakiety wspomagające testowanie.
 - Generujące dane.
 - Przyjmujące dane.
 - Filtrujące dane.

Parametry modelu dynamiki

- Sposób implementacji modelu.
- Współczynniki tarcia i poślizgu kół.
- Masy i momenty bezwładności ogniw.
- Parametry przegubów.
- Parametry symulatora.

Odpowiedni dobór parametrów pozwala na przybliżenie zachowania się modelu do platformy.

Testowanie programu sterującego



Sposób podłączenia programu sterującego do środowiska.

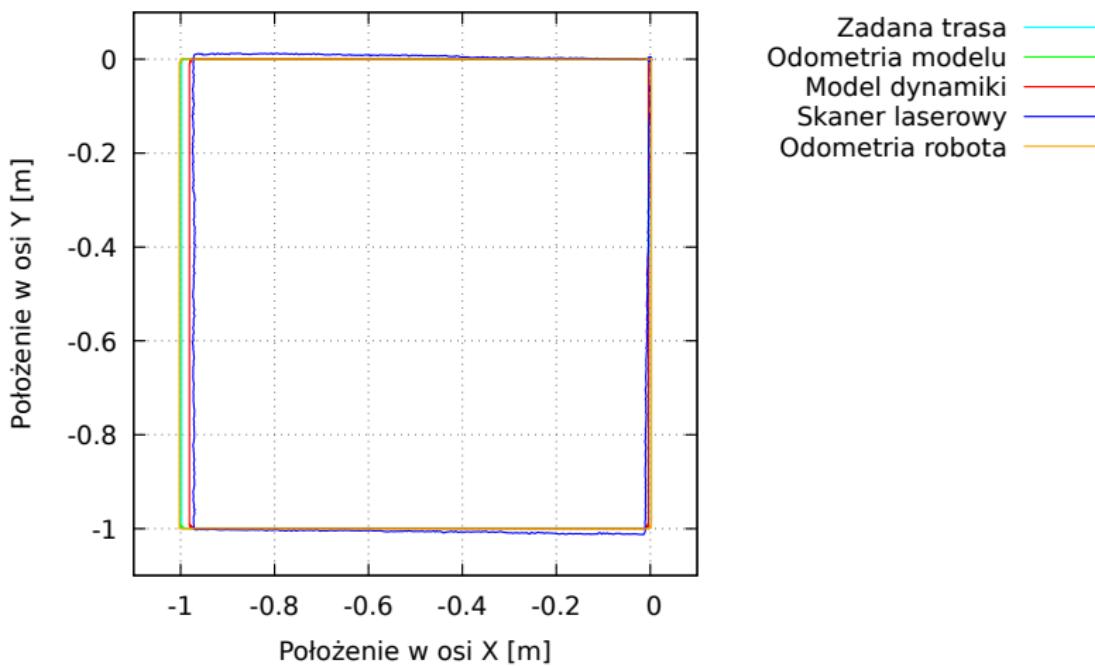
Sprzęt i wersje programów

Eksperymenty przeprowadzono na dobrej jakości sprzęcie i możliwe najaktualniejszych wersjach programów.

- System operacyjny Ubuntu LTS 16.04 (Xenial Xerus)
- ROS Kinetic Kame
- Intel i7-4720HQ 2.60GHz
- 16 GiB RAM
- Renderowanie na wbudowanej karcie graficznej

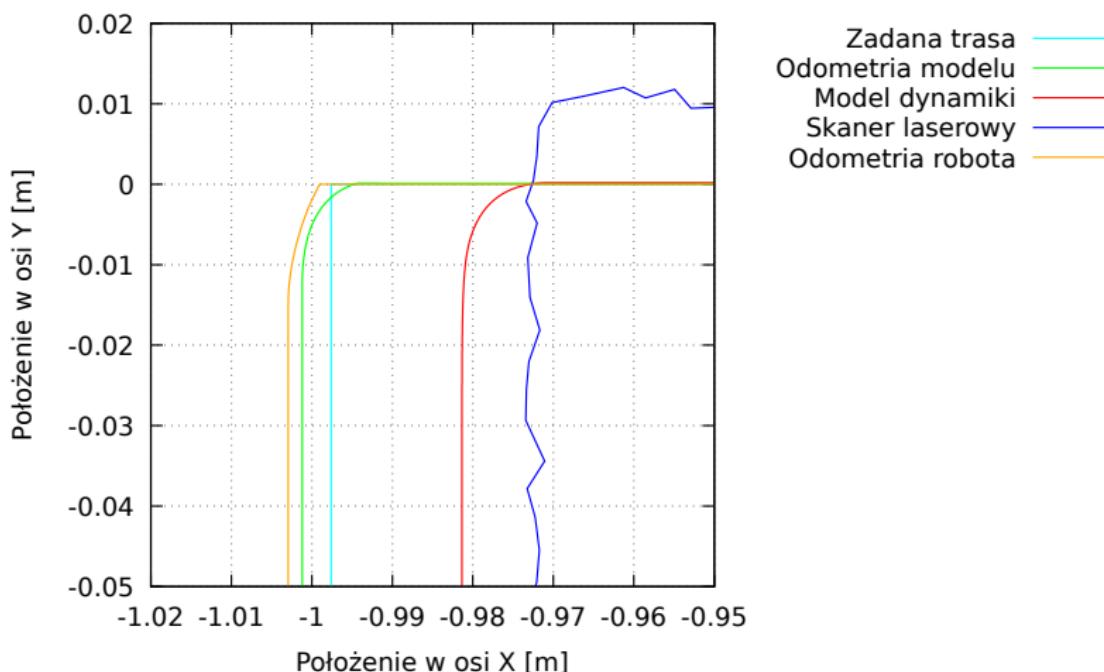
W czasie testów użycie procesora nigdy nie wyniosło 100%.

Porównanie modelu z platformą



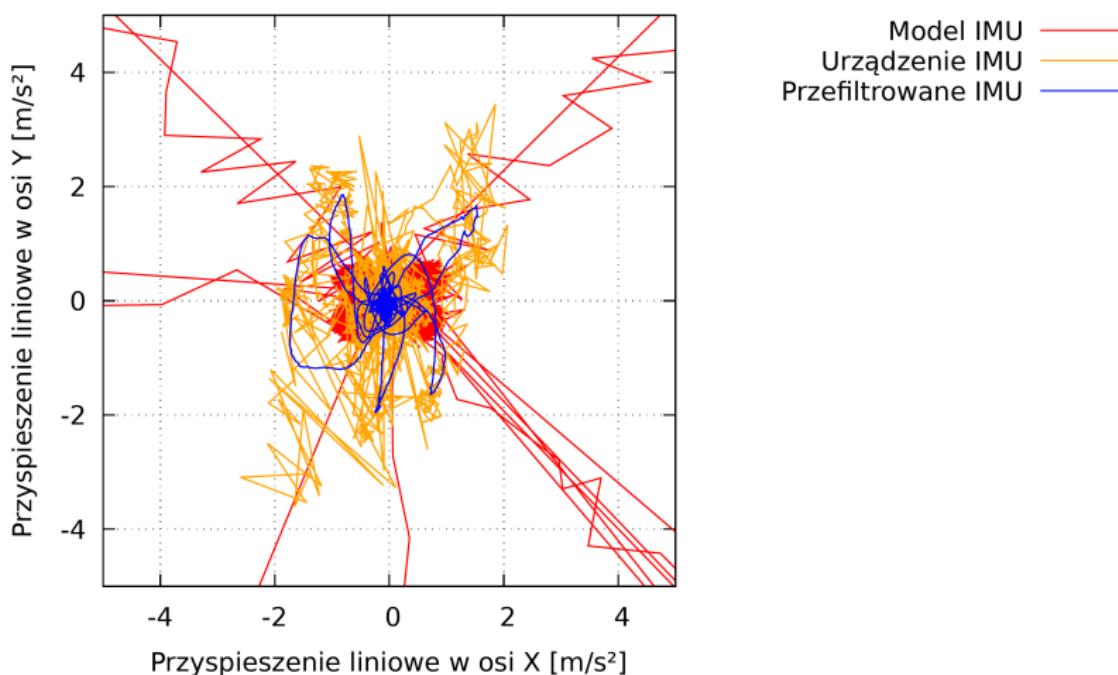
Prosty przebieg bez zmiany orientacji platformy.

Cechy modelu przy skręcie



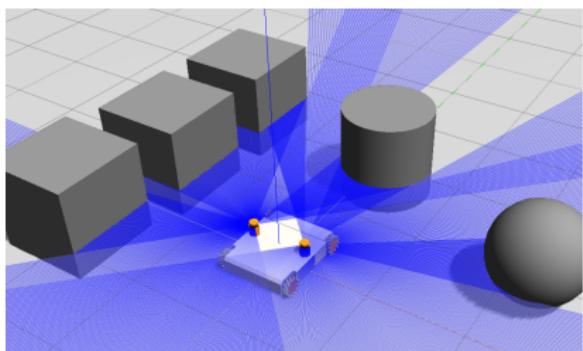
Przybliżenie fragmentu poprzedniego wykresu.

Jednostka inercyjna

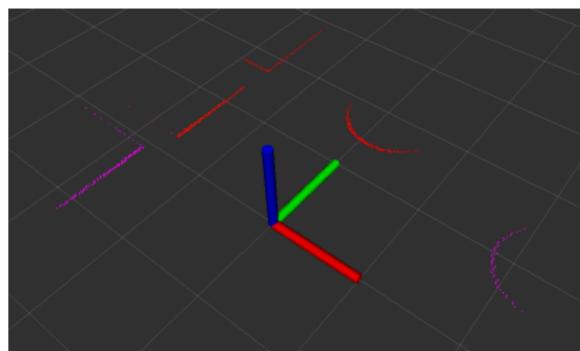


Porównanie rzeczywistych danych z modelem.

Skaner laserowy



Symulator



Wizualizer danych

Wprowadzenie
oo

Problem
ooo

Platforma
ooooo

Model
ooo

Pomiar
oooooo●

Podsumowanie
ooo

Pokaz

Nagrany film.

Podsumowanie

- Opracowano modele dynamiki i kinematyki.
- Opracowano zestaw pakietów ułatwiających przeprowadzanie testów i wizualizację.
- Zasymulowano czujniki modeli.
- Przeprowadzono testy porównujące trasy robota i modeli.
 - Dobrano parametry modelu dynamiki.
 - Dobrano parametry symulowanych czujników.

Perspektywy rozwoju

- Przeprowadzenie wielokrotnych i szczegółowych testów platformy.
- Szczegółowa analiza modeli i symulatora oraz określenie przyczyn rozbieżności.
- Dobranie współczynników modeli w zautomatyzowany sposób.
- Badania nad zmianą implementacji modelu i symulatora.
- Połączenie modeli platformy i robota Velma.

Koniec

Dziękuję za uwagę.

Projekt i ta prezentacja znajdują się na

<https://github.com/Antyradek/omnivelman>.