

Symulacja dookólnej bazy mobilnej

Radosław Świątkiewicz

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

5 lutego 2018

Spis treści

1 Wprowadzenie

2 Problem

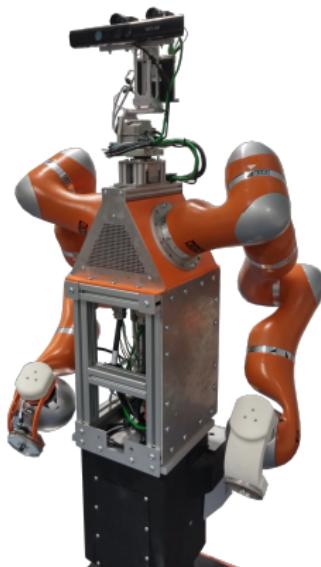
3 Platforma

4 Implementacja

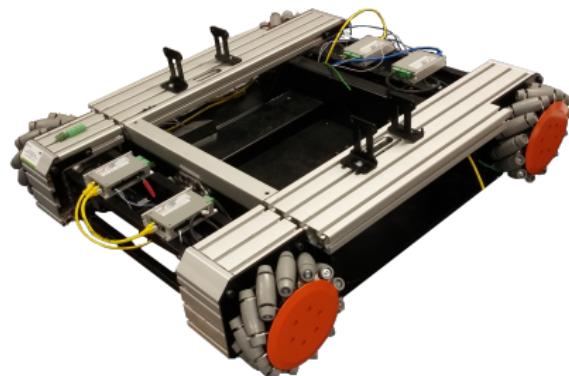
5 Pomiarystyczne

6 Podsumowanie

Platforma mobilna



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.
- Ułatwia przeprowadzanie skomplikowanych i niebezpiecznych dla robota testów.
- Daje możliwość modelowania czujników niezamontowanych w urządzeniu.

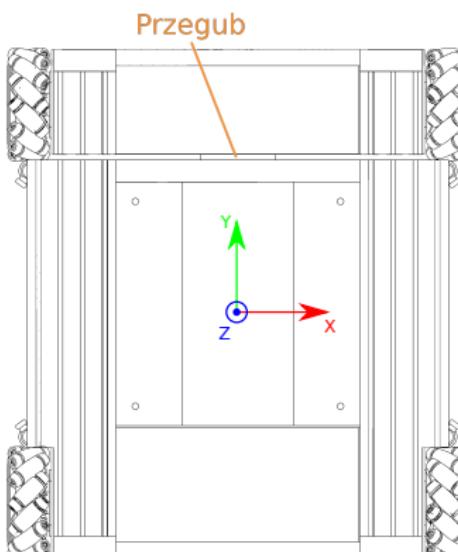
Wymagania:

- 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

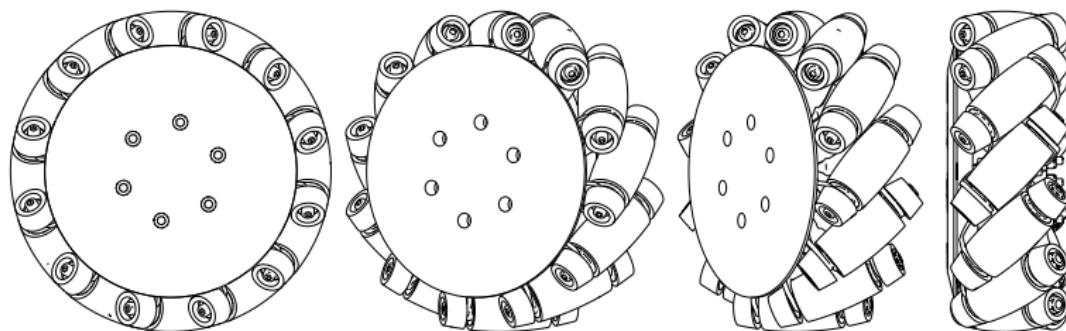
- Ze względu na ograniczoną moc obliczeniową komputera, modele kół muszą być przybliżone.
- Robot i model poruszają się tylko po płaszczyźnie.
- Odwzorować należy kinematykę, dynamikę i tarcie.
- Mogą występuwać poślizgi kół.
- Symulacja obarczona jest naturalnym numerycznym błędem liczb zmiennoprzecinkowych.

Budowa



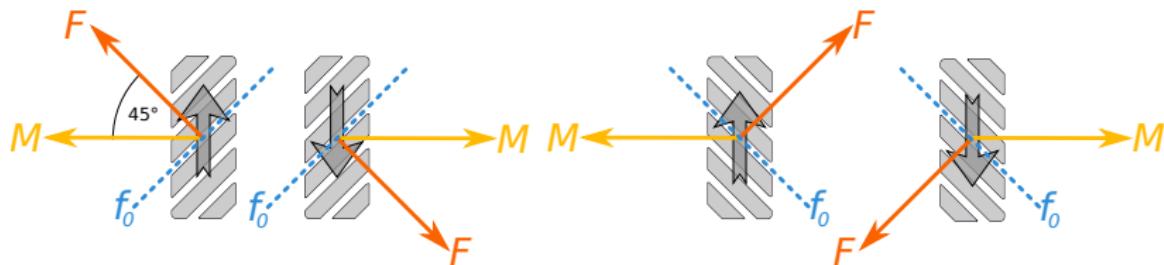
- Przegub o jednym stopniu swobody łączy dwie części platformy.
- Koła ustawione są w kształt litery X.
- Oś rolki aktualnie znajdującej się u góry koła jest prostopadła do osi rolki kolidującej z podłożem.

Koła Szwedzkie (Mecanum)



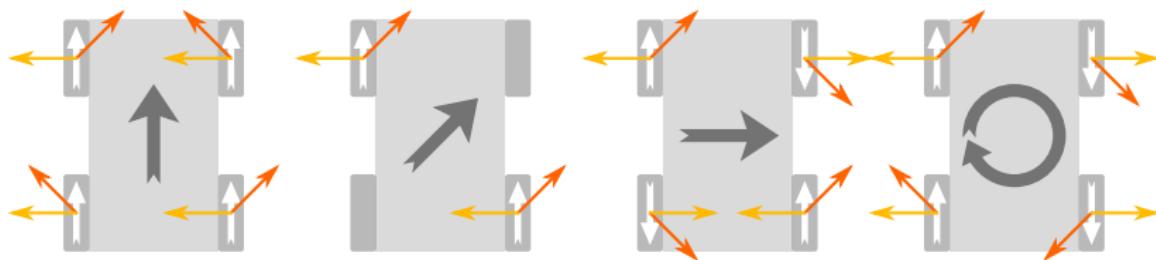
- Każde koło ma 12 pasywnych rolk.
- Rolka jest obrócona o 45° względem osi obrotu koła.
- Punkt kontaktu rolki z podłożem powinien płynnie przechodzić z rolki na rolkę.
- Koło pod wpływem momentu siły i siły tarcia o podłożę generuje wektor siły obrócony o 45° względem wektora siły standardowego koła.

Obrócony wektor



Standardowe koło, używając tarcia, przekształca prędkość kątową na liniową w płaszczyźnie obrotu. Specjalne koło Mecanum posiada pasywne rolki na obrzeżu, zatem prędkość wypadkowa jest obrócona o 45° .

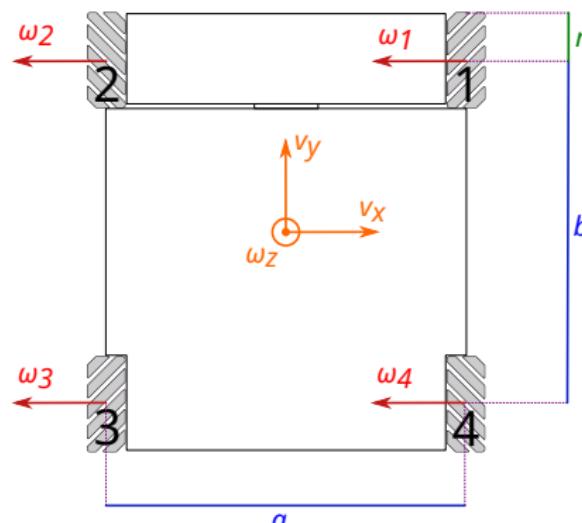
Kierunki ruchu



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

Model kinematyki

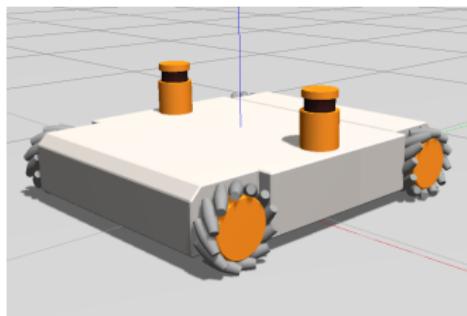
$$\begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ \omega_z \end{bmatrix} = \frac{r}{4} \begin{bmatrix} -1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ \frac{2}{a+b} & \frac{-2}{a+b} & \frac{-2}{a+b} & \frac{2}{a+b} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \\ \omega_4 \end{bmatrix}$$



Czujniki

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

Modele



Model dynamiki platformy.

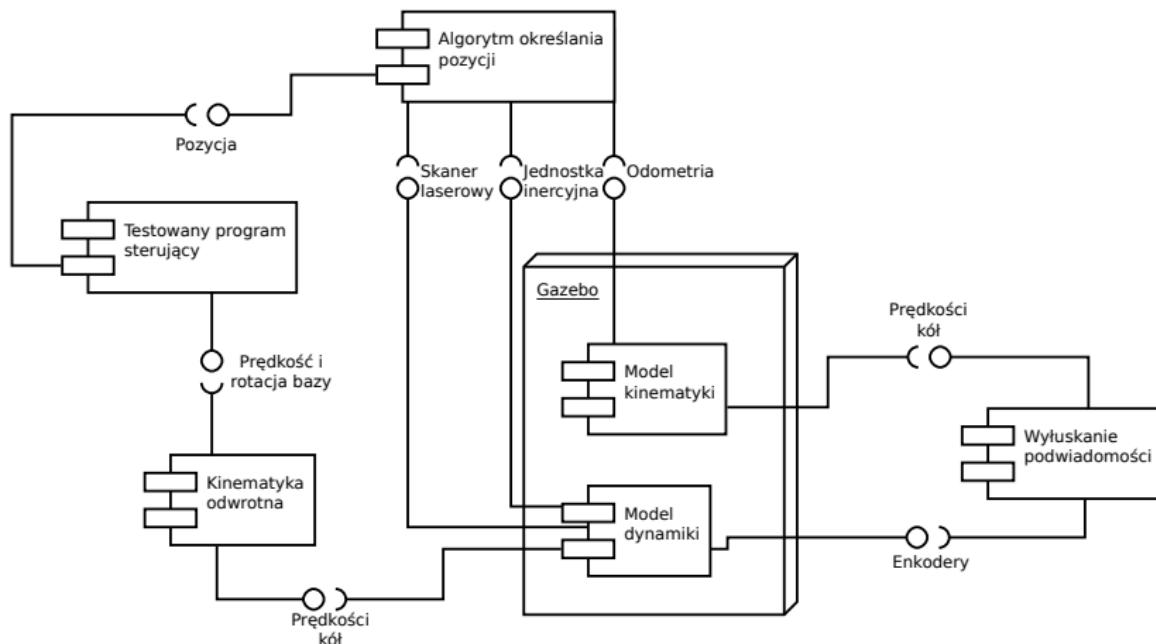
- Uproszczony model dynamiki.
- Matematycznie dokładne modele kinematyki.
 - Model kinematyki prostej — koła na prędkość.
 - Model kinematyki odwrotnej — prędkość na koła.
- Modele czujników.
 - Enkodery.
 - Skanery laserowe.
 - Jednostki inercji.
- Pakiety wspomagające testowanie.
 - Generujące dane.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

Parametry modelu dynamiki

- Sposób implementacji modelu.
- Współczynniki tarcia i poślizgu kół.
- Masy i momenty bezwładności ogniw.
- Parametry przegubów.
- Parametry silnika do symulacji fizyki.

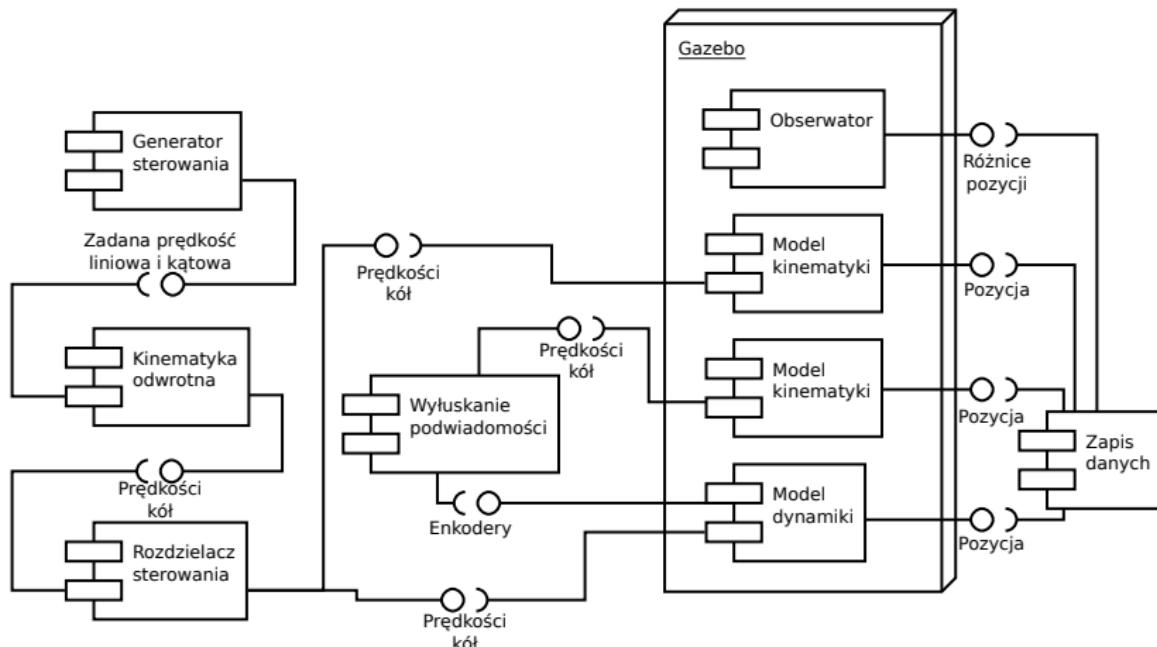
Odpowiedni dobór parametrów pozwala na przybliżenie zachowania się modelu do platformy.

Testowanie programu sterującego



Sposób podłączenia programu sterującego do środowiska.

Testowanie ruchu modelu dynamiki platformy



Konfiguracja środowiska przy przeprowadzaniu testów.

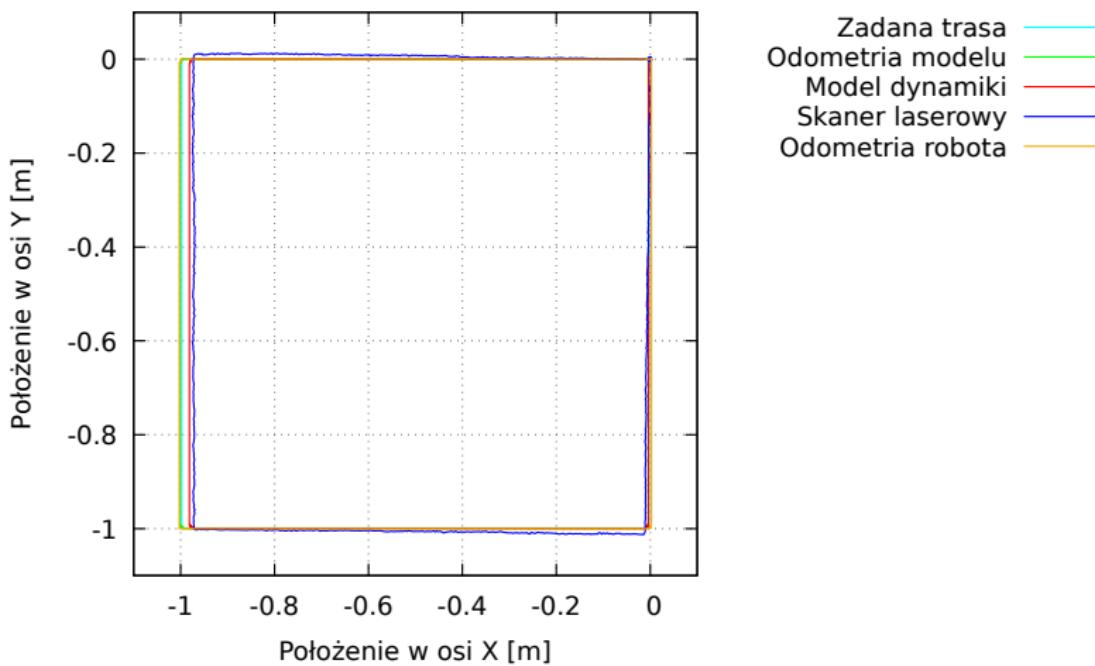
Sprzęt i wersje programów

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

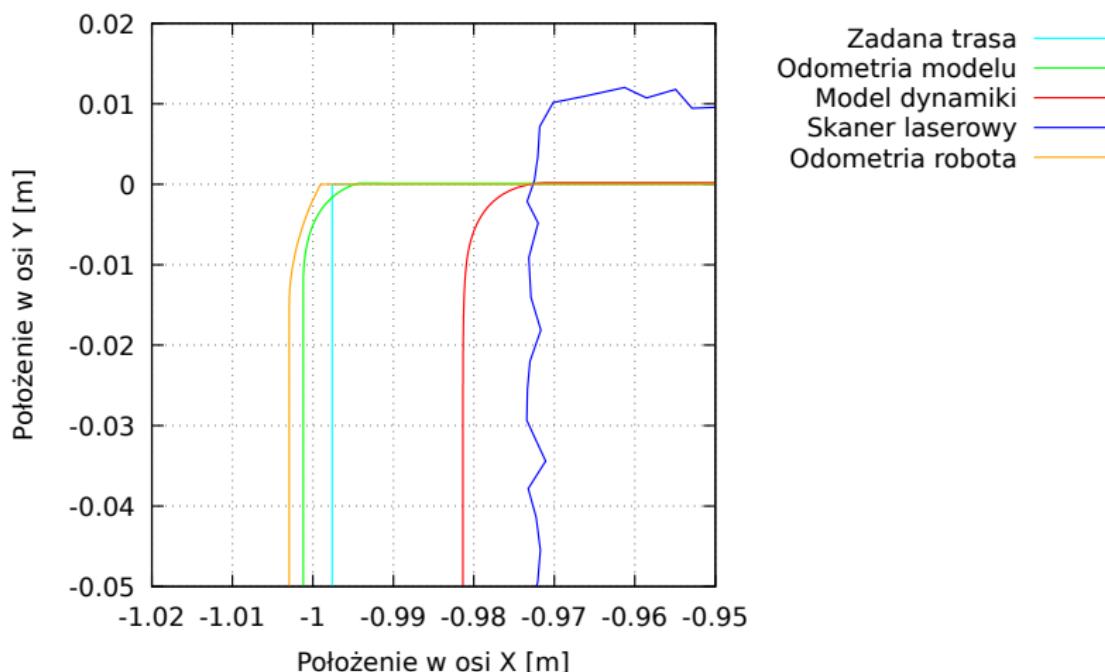
- System operacyjny Ubuntu LTS 16.04 (Xenial Xerus)
- ROS Kinetic Kame
- Intel i7-4720HQ 2.60GHz
- 16 GiB RAM
- Renderowanie na wbudowanej karcie graficznej

W czasie testów użycie procesora nigdy nie wyniosło 100%.

Porównanie modelu z platformą

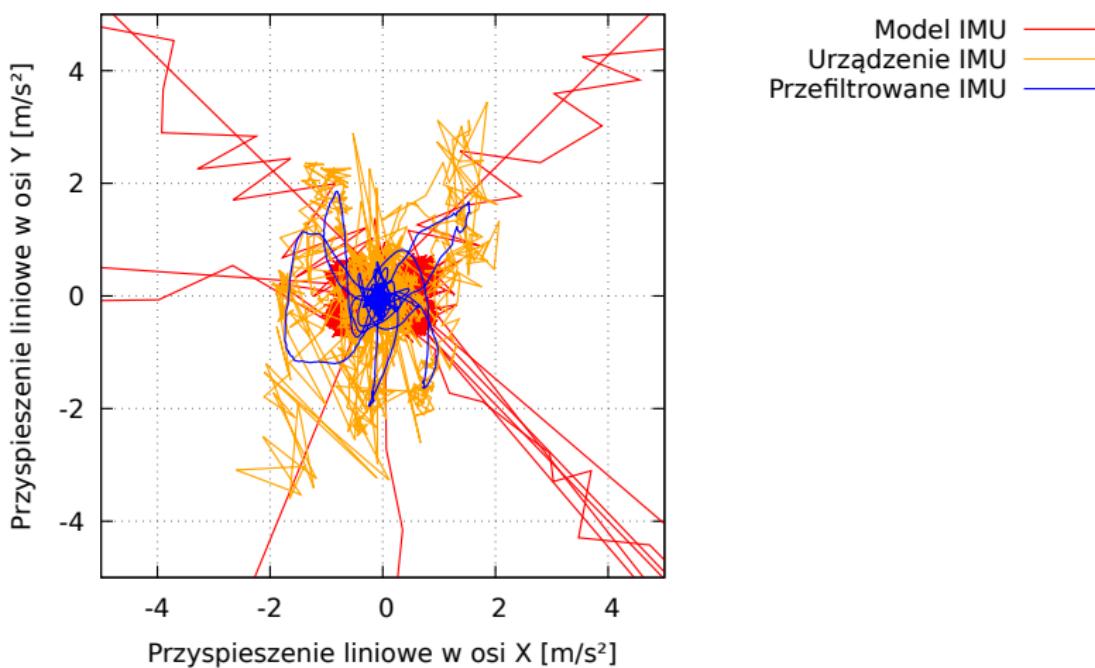


Cechy modelu przy skręcie



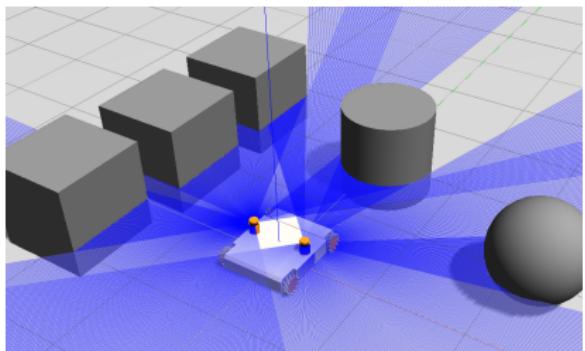
Przybliżenie fragmentu poprzedniego wykresu.

Jednostka inercyjna

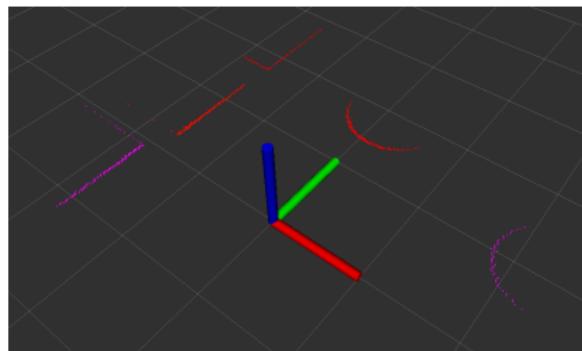


Porównanie rzeczywistych danych z modelem.

Skaner laserowy



Symulator



Wizualizer danych

Pokaz

Nagrany film lub pokaz na żywo.

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>.