

# Symulacja dookólnej bazy mobilnej

Radosław Świątkiewicz

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

8 lutego 2018

# Spis treści

1 Wprowadzenie

2 Problem

3 Platforma

4 Model

5 Pomiarystyczne

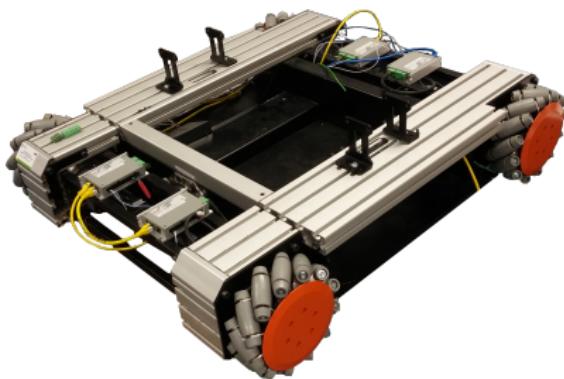
6 Podsumowanie

# Cel projektu

Celem jest opracowanie modelu i środowiska symulacyjnego platformy na kołach szwedzkich.

- 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 robocie.

# Roboty



Platforma na kołach Mecanum



Robot manipulacyjny Velma

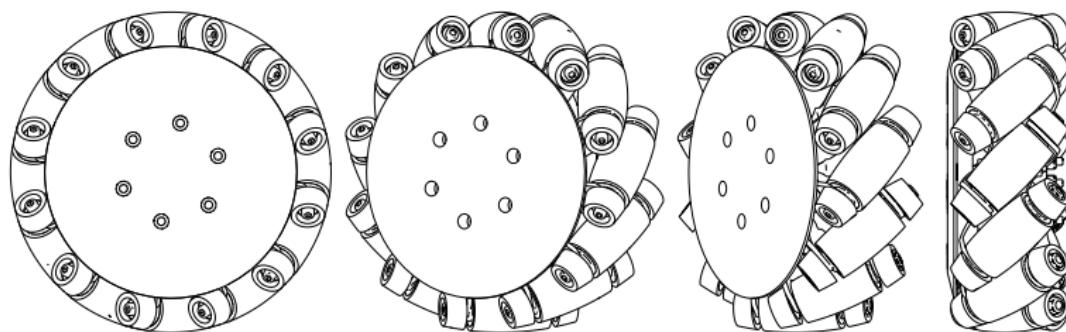
# Założenia

- Ze względu na dużą ilość obliczeń, modele kół muszą być przybliżone.
- Ruch robota odbywa się po płaszczyźnie.
- Odwzorować należy kinematykę, dynamikę i tarcie.
- Mogą występować poślizgi kół.

# Wymagania

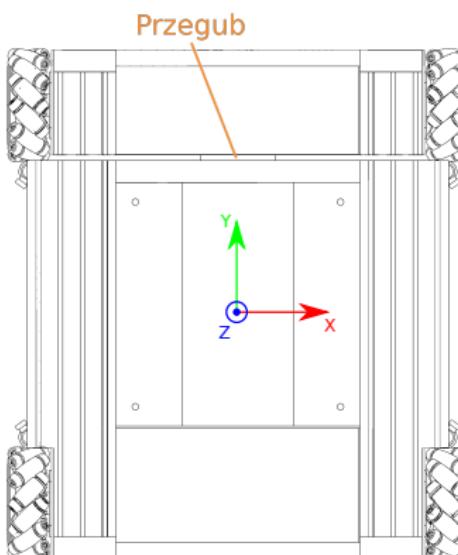
- Model uwzględnia siły i momenty sił tarcia w sposób zbliżony do robota.
- Przyjmuje taką samą postać sygnałów sterujących.
- Generuje dane z czujników wirtualnych, zbliżone do rzeczywistych.

# Koła szwedzkie (Mecanum)



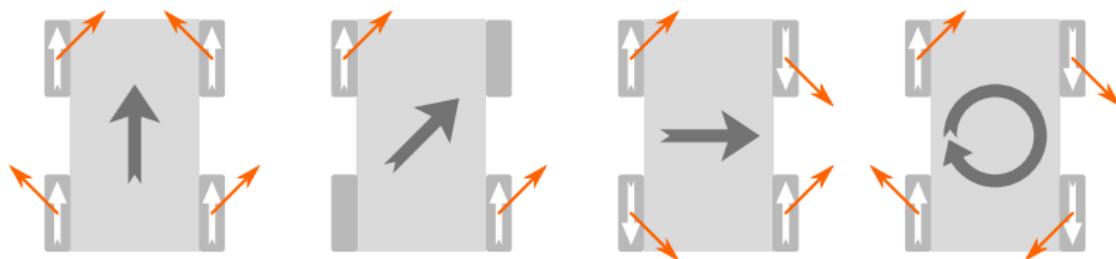
- Każde koło ma 12 pasywnych rolek.
- Rolka jest obrócona o  $45^\circ$  względem osi obrotu koła.
- Punkt kontaktu rolki z podłożem powinien płynnie przechodzić z rolki na rolkę.
- Oś górnej rolki jest prostopadła do osi rolki kontaktującej z podłożem.

# Budowa



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

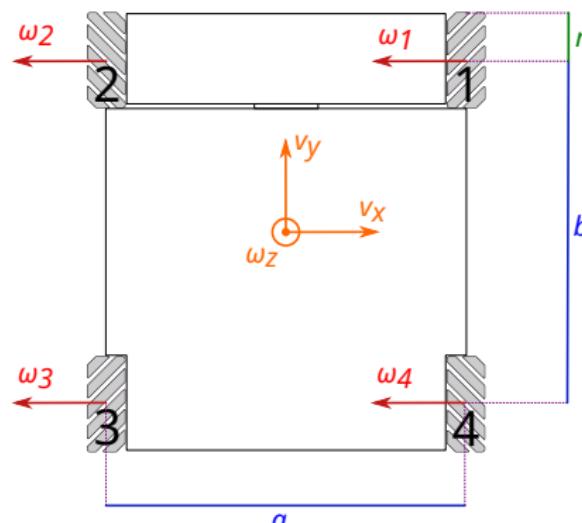
# Kierunki ruchu



Dobierając odpowiednie prędkości kół, można nadać ruch platformie w dowolnym kierunku, bez zmiany orientacji.

# Model kinematyki

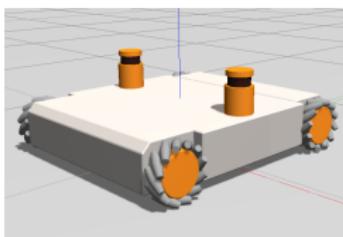
$$\begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ \omega_z \end{bmatrix} = \frac{r}{4} \begin{bmatrix} -1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ \frac{2}{a+b} & \frac{-2}{a+b} & \frac{-2}{a+b} & \frac{2}{a+b} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \\ \omega_4 \end{bmatrix}$$



# Czujniki

- Enkodery pozwalają na wykrycie kąta obrotu i prędkości kątowej kół.
- Skanery laserowe pozwalają na odczyt odległości od obiektów otoczenia i ich jasności.
- Jednostka inercyjna mierzy przyspieszenie liniowe i prędkość kątową platformy.

# Składniki systemu



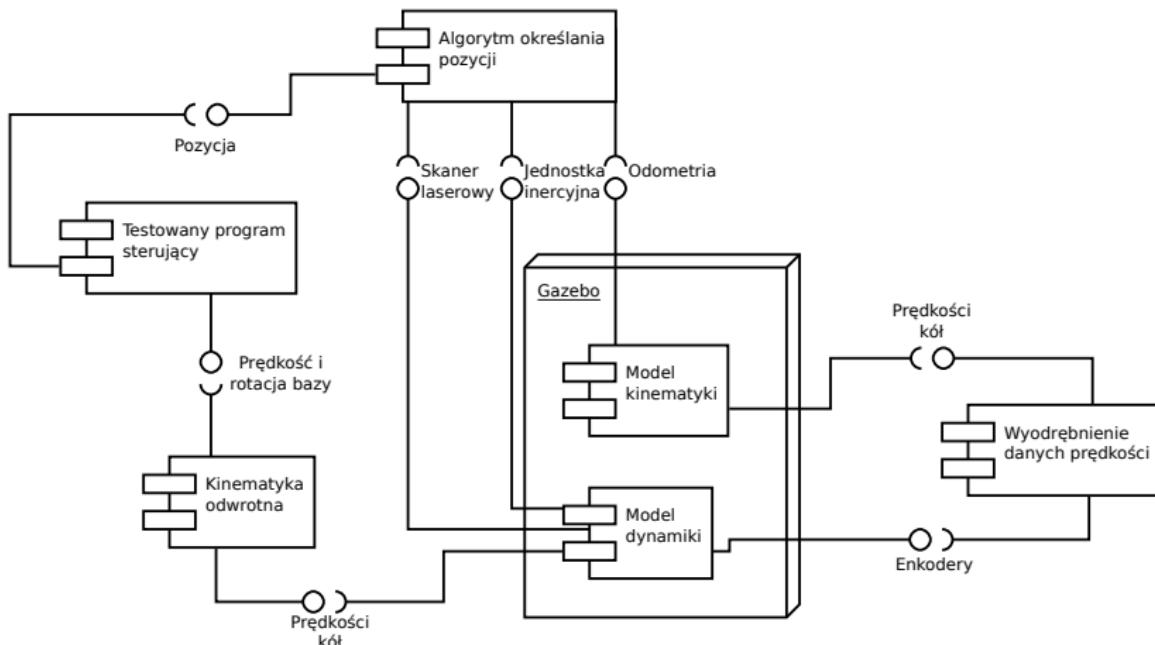
- Uproszczony model dynamiki.
- Dokładne modele kinematyki.
  - Model kinematyki prostej — prędkości kątowe kół na prędkość liniową i kątową platformy.
  - Model kinematyki odwrotnej — prędkość liniowa i kątowa platformy na prędkości kątowe kół.
- Modele czujników.
  - Enkodery.
  - Skanery laserowe.
  - Jednostka inercji.

# Parametry modelu 3D

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

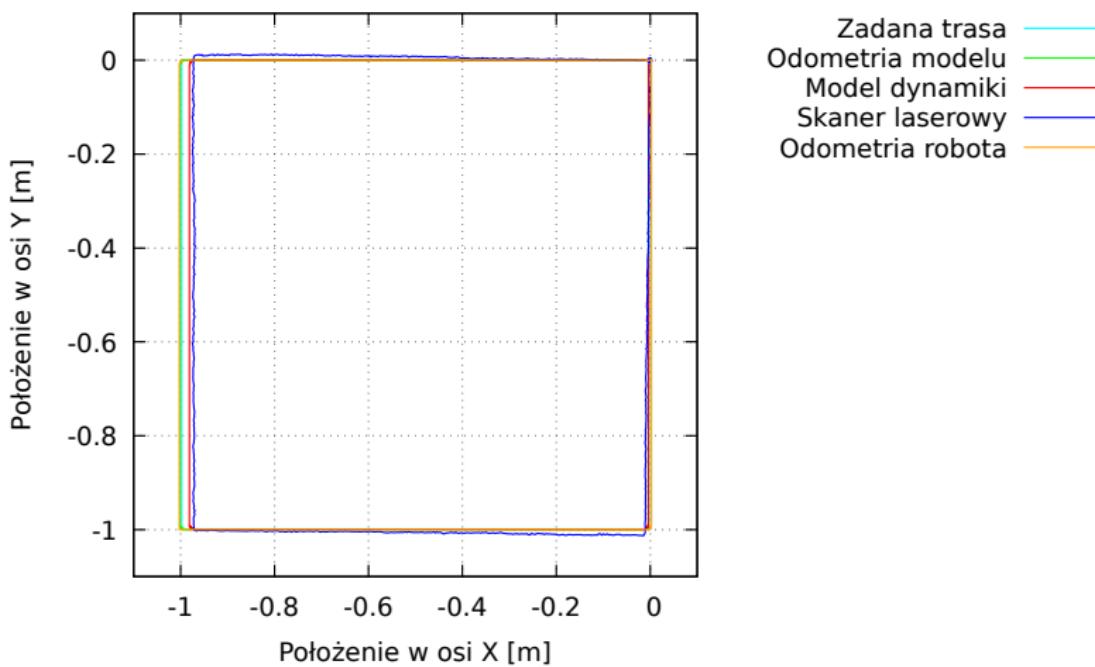
Odpowiedni dobór parametrów pozwala na uzyskanie zblizonego zachowania modelu i platformy.

# Testowanie programu sterującego



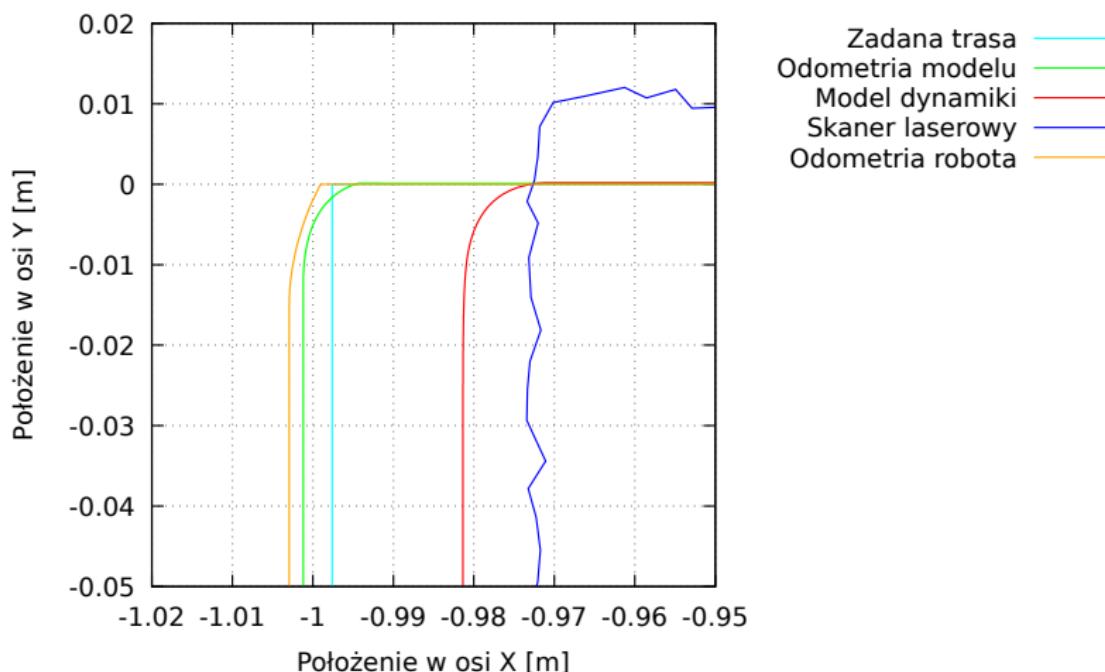
Struktura komunikacji między programami.

# Porównanie modelu z platformą



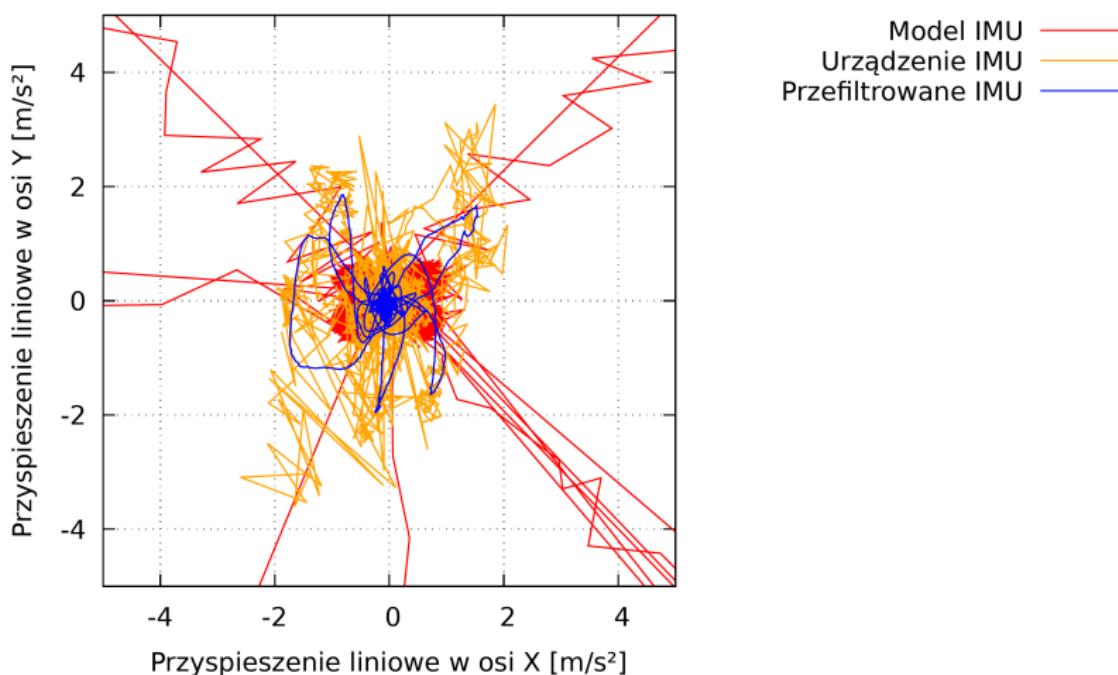
Prosty przebieg bez zmiany orientacji platformy.

# Cechy modelu przy skręcie



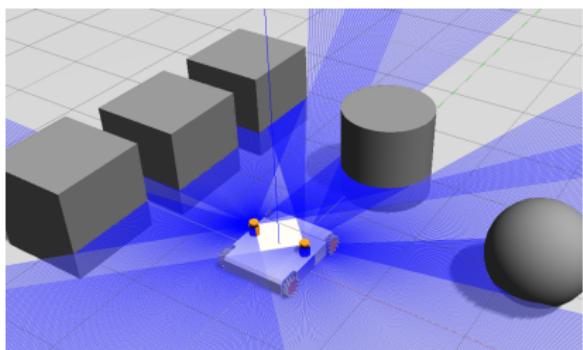
Przybliżenie fragmentu poprzedniego wykresu.

# Jednostka inercyjna

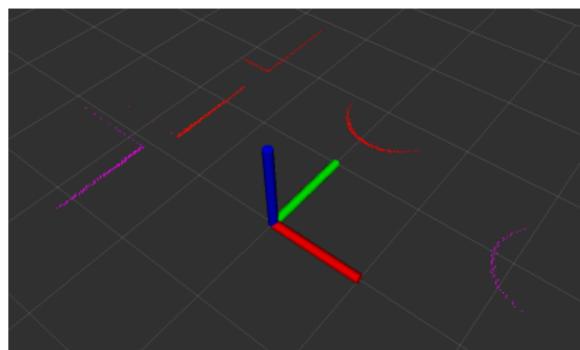


Porównanie rzeczywistych danych z modelem.

# Skaner laserowy



Symulator



Wizualizer danych

**Wprowadzenie**  
oo

**Problem**  
oooo

**Platforma**  
ooooo

**Model**  
ooo

**Pomiar**  
oooo●

**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.

Wprowadzenie  
oo

Problem  
oooo

Platforma  
ooooo

Model  
ooo

Pomiarysty  
ooooo

Podsumowanie  
ooo

# Koniec

Dziękuję za uwagę.

# Perspektywy rozwoju

- 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.