

Symulacja dookólnej bazy mobilnej

Radosław Świątkiewicz

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

9 czerwca 2017

Spis treści

1 Wprowadzenie

2 Problem

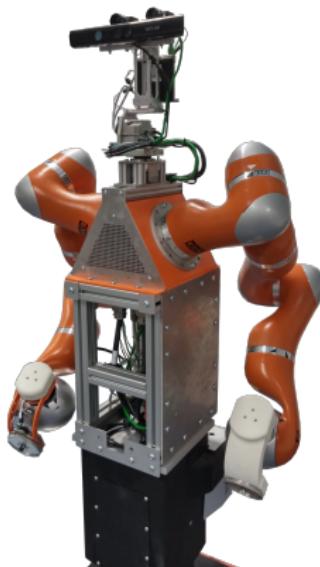
3 Platforma

4 Implementacja

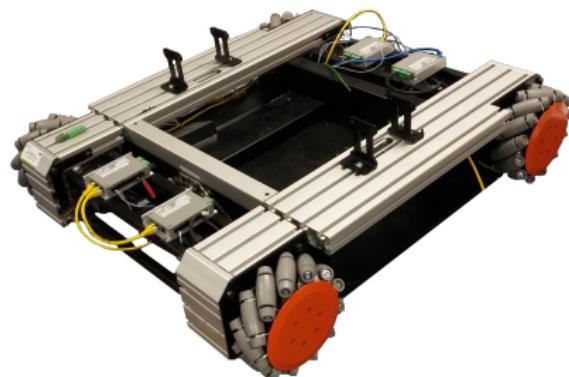
5 Pomiarы

6 Podsumowanie

Platforma mobilna



Robot manipulacyjny Velma



Platforma na kołach Mecanum

Cel projektu — opracowanie modelu symulacyjnego platformy

Do czego przydatny jest model:

- Pozwala bezpiecznie testować nowe oprogramowanie.
- Przyspiesza implementację i testowanie.
- Ułatwia przeprowadzanie skomplikowanych i niebezpiecznych dla robota testów.
- Daje możliwość implementacji czujników niezamontowanych w urządzeniu.

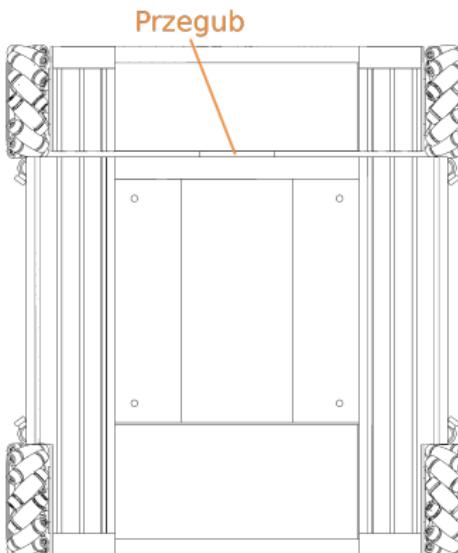
Wymagania:

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

Założenia

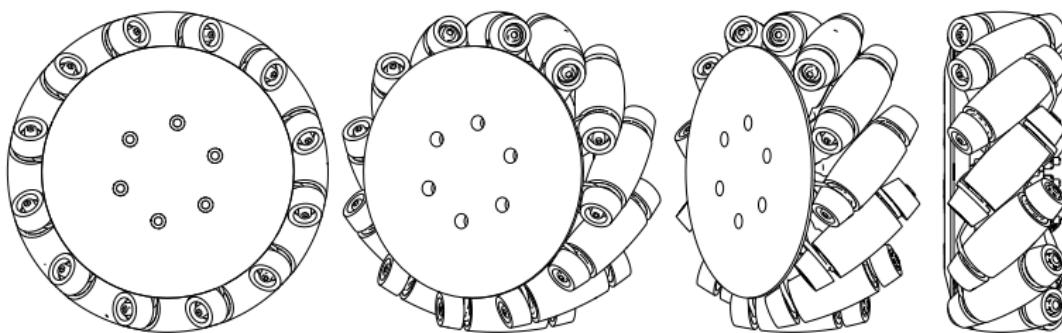
- Symulacja kół musi być przybliżona ze względu na ograniczoną moc obliczeniową komputera.
- Robot i model poruszają się tylko po płaszczyźnie.
- Odwzorowujemy kinematykę, dynamikę i tarcie.
- Mogą występować poślizgi kół.
- Symulacja obarczona jest naturalnym błędem liczb zmiennoprzecinkowych.

Budowa



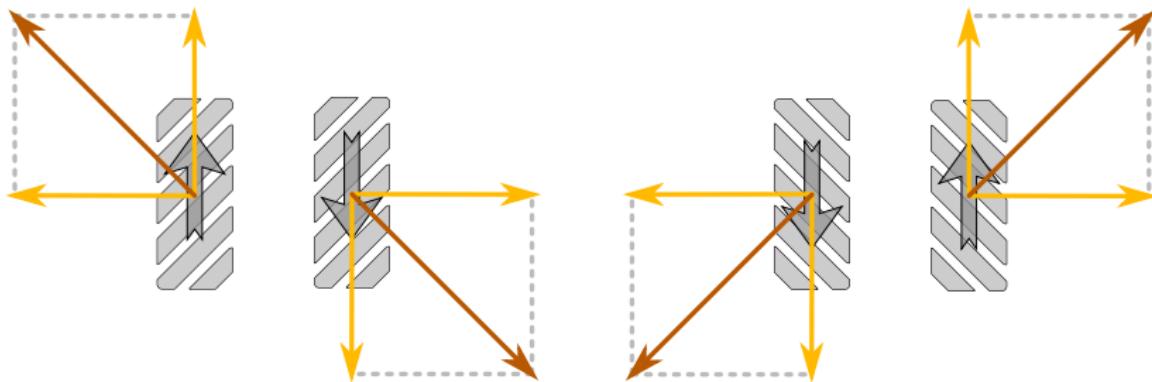
- Przegub zawiasowy łączy dwie części platformy.
- Koła ustawione są w kształt litery X.
- Oś rolki aktualnie znajdującej się u góry koła jest prostopadła do osi rolki kolidującej z podłożem.

Koła Szwedzkie (Mecanum)



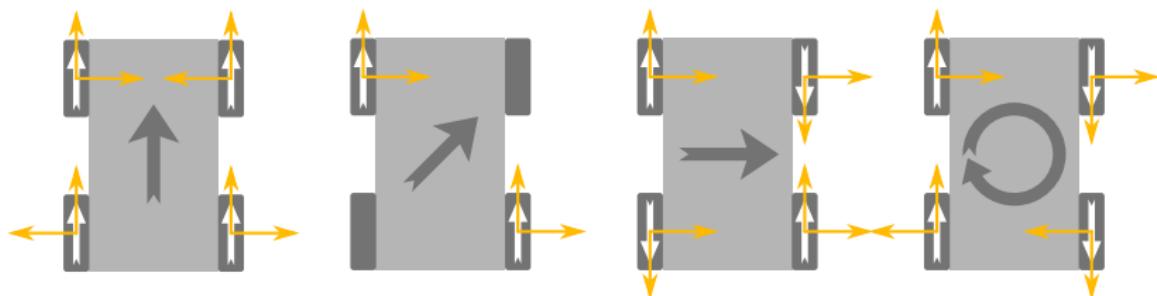
- Każde koło ma 12 pasywnych rolek.
- Rolka jest obrócona o 45° względem płaszczyzny koła.
- Punkt kontaktu powinien płynnie przechodzić z rolki na rolkę.
- Koło pod wpływem momentu siły i tarcia podłożą generuje dwa wektory siły, zamiast jednego.

Dodatkowy wektor



Standardowe koło używając tarcia przekształca prędkość kątową na liniową w płaszczyźnie obrotu. Specjalne koło Mecanum ma dodatkowy wektor równoległy do osi obrotu, zatem prędkość wypadkowa jest obrócona o 45° .

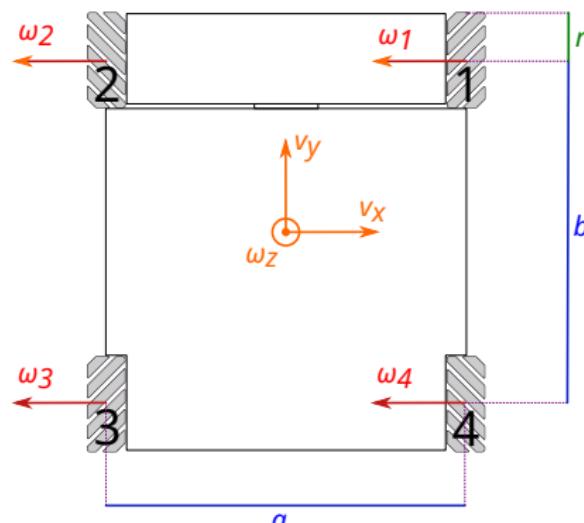
Kierunki ruchu



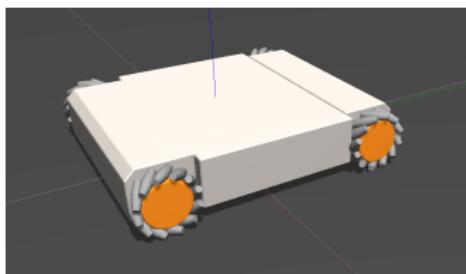
Poprzez znoszenie się składowych prędkości, robot może poruszać się w kierunkach nieosiągalnych dla pojazdów o zwykłych kołach.

Kinematyka

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



Modele



Dynamiczny model platformy.

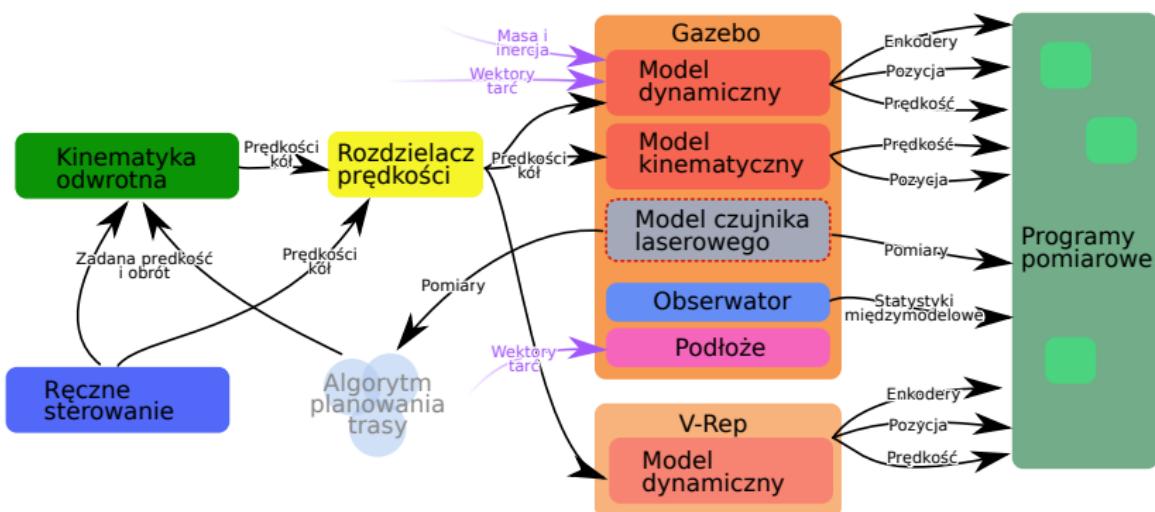
Uproszczone modele dynamiki:

- Model dynamiczny w Gazebo.
- Model dynamiczny w V-Repie.

Matematycznie dokładne modele kinematyki:

- Model kinematyki prostej — koła na prędkość.
- Model kinematyki odwrotnej — prędkość na koła.

Struktura projektu



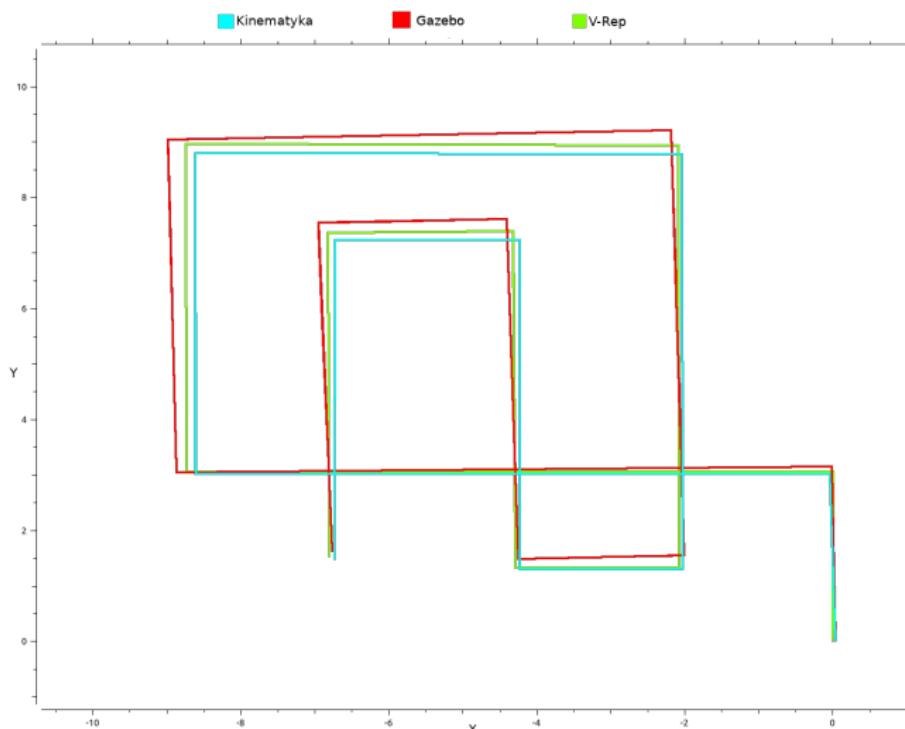
Sprzęt i wersje programów

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

- System operacyjny Ubuntu LTS Xenial Xerus
- ROS Kinetic Kame
- V-Rep 3.4.0
- Intel i7-4720HQ 2.60GHz
- 16 GiB RAM
- Renderowanie na wbudowanej karcie graficznej

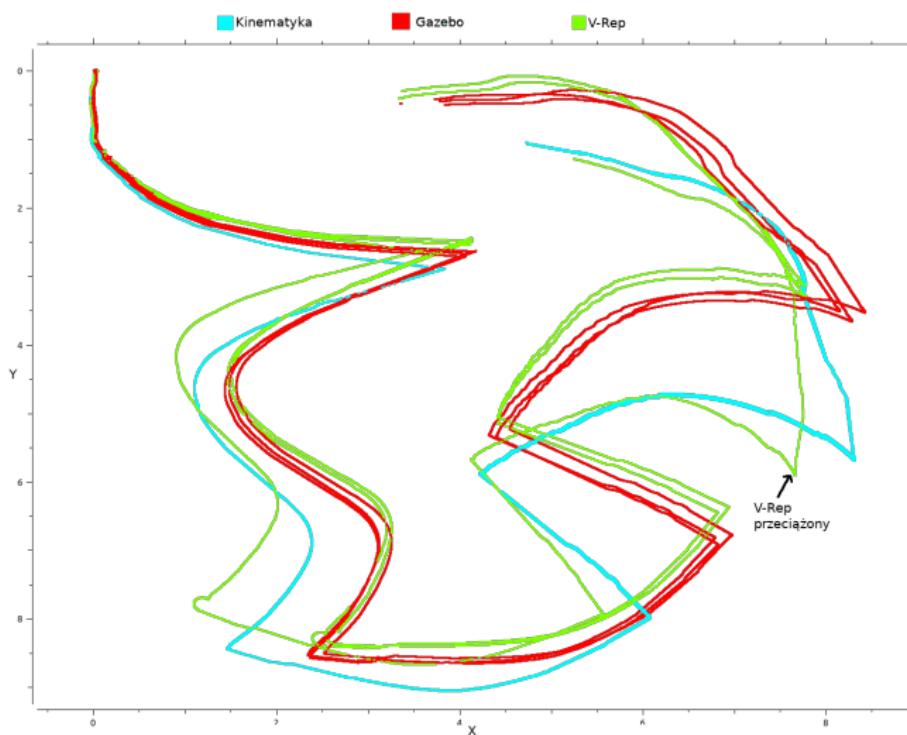
W czasie testów użycie procesora nigdy nie wyniosło 100%.

Obszar testów



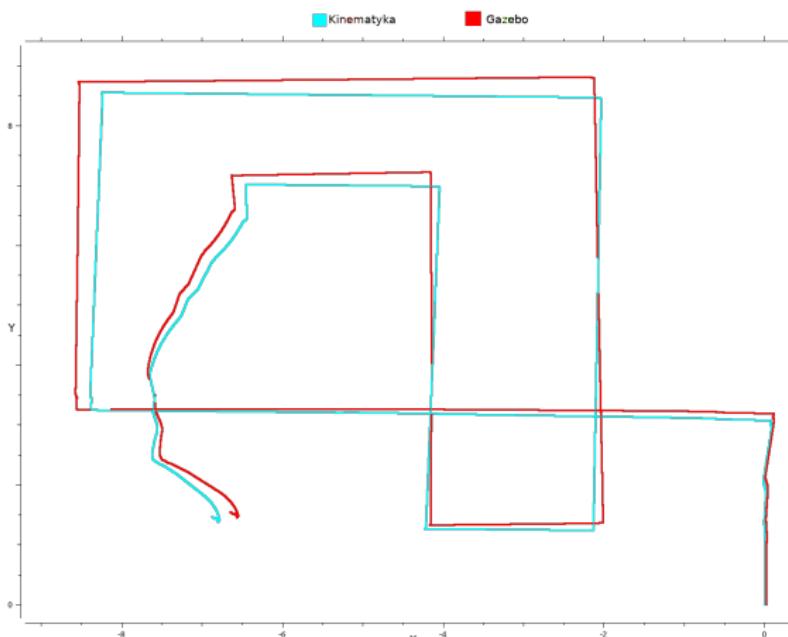
Prosty przebieg bez zmiany orientacji platformy.

Powtarzalność przebiegu



Robot sterowany binarnymi prędkościami kół.

Badanie odometrii



Model kinematyczny porusza się na podstawie danych generowanych przez enkodery w modelu dynamicznym.

Pokaz?

Pokaz na żywo, bądź film.

Podsumowanie

- Opracowano 3 modele symulacyjne i model pomocniczy, które pozwalają na symulację dynamiki i kinematyki.
- Modele mają różną budowę wewnętrzną i działają na różnych simulatorach.
- Przebiegi ścieżek są wystarczająco dobrze zblżone do siebie.
- Modele generują dane z zasymulowanych czujników.
- Stworzono model podłoża o zmiennym współczynniku tarcia.
- Stworzono zestaw programów ułatwiających testowanie.

Perspektywy rozwoju

- Porównanie działania modeli i robota przy tym samym sterowaniu.
- Usprawnienie interfejsu do sterowania ręcznego.
- Próba implementacji modelu czujnika laserowego.
- Szczegółowa analiza modeli i określenie przyczyn rozbieżności.
- Dopracowanie w modelach współczynników takich, jak masy, tarcia i inercja.

Koniec

Dziękuję za uwagę.

Projekt i ta prezentacja znajdują się na

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