

Symulacja dookólnej bazy mobilnej

Radosław Świątkiewicz

Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Politechnika Warszawska

23 marca 2017

Spis treści

1 Wprowadzenie

2 Cel

3 Platforma

4 ROS

5 Implementacja

Autor Radosław Świątkiewicz

Promotor dr hab. inż. Wojciech Szynkiewicz

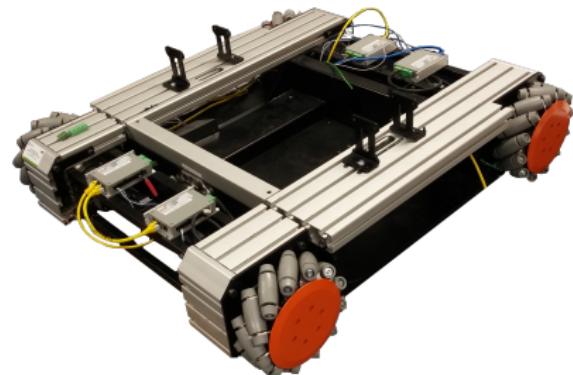
Zespół Programowania Robotów i Systemów
Rozpoznających

Instytut Automatyki i Informatyki Stosowanej

Co kryje się w P109



Robot manipulacyjny Velma



Platforma na kołach Mecanum

Co to jest model

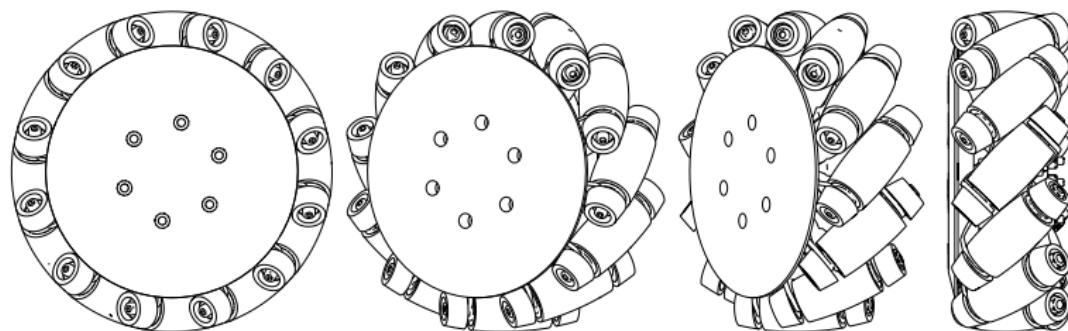
Po co potrzebny jest model:

- Pozwala bezpiecznie testować nowe oprogramowanie.
- Przyspiesza budowanie algorytmów sterowania.
- Ułatwia przeprowadzanie skomplikowanych testów.
- Daje możliwość implementacji nieistniejących czujników.

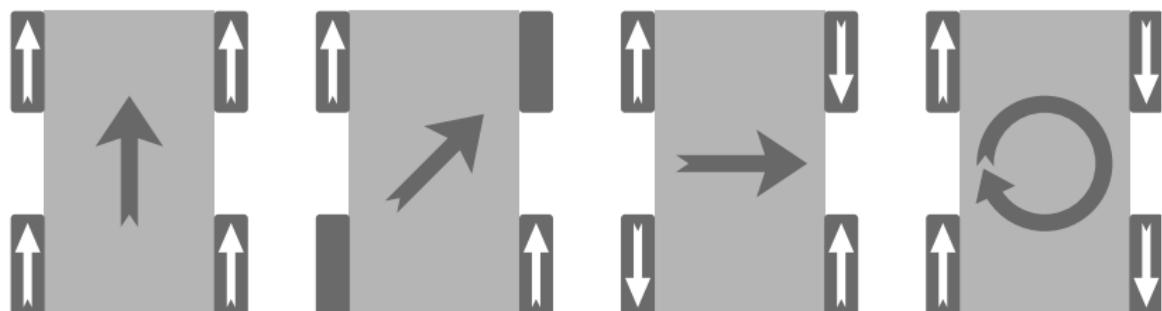
Wymagania:

- Reaguje na siły w podobny sposób, co robot.
- Przyjmuje takie samo sterowanie.
- Generuje odpowiednie dane z wirtualnych czujników.

Koła Szwedzkie (Mecanum)



Kierunki ruchu



Kinematyka

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

Oznaczenie	Opis
r	Promień koła w najszerzym miejscu.
a	Szerokość platformy.
b	Długość platformy.
ω_i	Prędkość kątowa kół.
v_x	Prędkość transwersalna w osi X.
v_y	Prędkość transwersalna w osi Y.
ω_z	Prędkość kątowa w osi Z (w góre).

Robot Operating System



Logo ROS¹

- Wbrew nazwie wcale nie jest systemem operacyjnym, a frameworkm.
- Umożliwia zarządzanie i uruchamianie osobnych modułów i dba o komunikację między nimi.
- Dostarcza szereg gotowych algorytmów i komunikatów.
- Moduł może być biblioteką, danymi, definicjami, programem wykonywalnym, skryptem. Niekoniecznie na tej samej maszynie.
- Komunikacja poprzez kolejki wiadomości i asynchroniczne wywołania, łatwe do przesyłania przez sieć.

¹<http://www.ros.org/>

Gazebo



GAZEBO
Logo Gazebo²

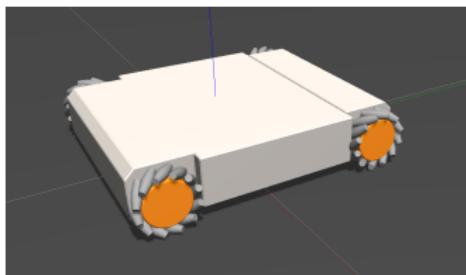
- Symulator obiektów w przestrzeni wirtualnej.
- Używa silnika fizycznego do symulacji różnych części robota.
- Wtyczki są bibliotekami w C++ ładowanymi w trakcie wykonania.
- Obiekty symulacyjne zapisywane w XML-owym formacie SDF.

²<http://gazebosim.org/>

Jak to działa

- ① Tworzymy odpowiednie moduły w ROS-ie:
 - Model platformy i skrypty sterujące, oraz definicje komunikatów.
 - Plik definiujący przestrzeń symulacji.
 - Programy pomocnicze.
- ② Uruchamiamy symulację i komunikujemy z programem sterującym.
- ③ Zbieramy dane, badamy dokładność programu i modelu, wprowadzamy poprawki.
- ④ Podłączamy program sterujący do rzeczywistego robota.

Stworzenie modelu



Dynamiczny model platformy.

- ① Korzystając z modelu CAD wygenerować siatki o odpowiednich wymiarach.
- ② W pliku SDF zdefiniować składowe modelu, wygląd i przeguby.
- ③ Zapisać wtyczkę sterującą ruchem kół.
- ④ Umieścić wszystko w symulatorze i uruchomić.

Próba odwzorowania

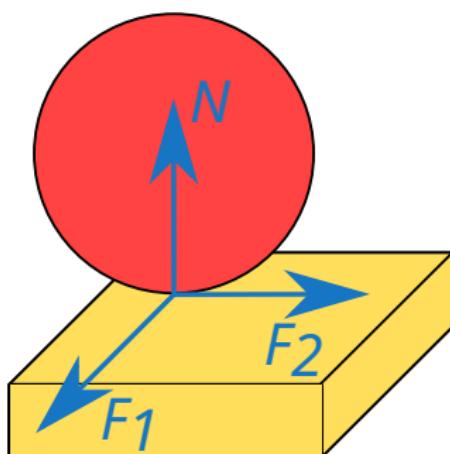
- Każde koło ma 12 rolek.
- Każda rolka ma przegub łączący ją z kołem.
- Każda rolka zawiera się w paraboloidzie, więc nie może być przybliżona wbudowanym kształtem.
- Każda siatka jest kanciasta i powoduje niejednostajne tarcie.
- Każda ściana generuje bardzo dużą ilość obliczeń silnika fizycznego.

Skomplikowanie modelu nie nadaje się do symulacji w czasie rzeczywistym, a także generuje duże błędy.

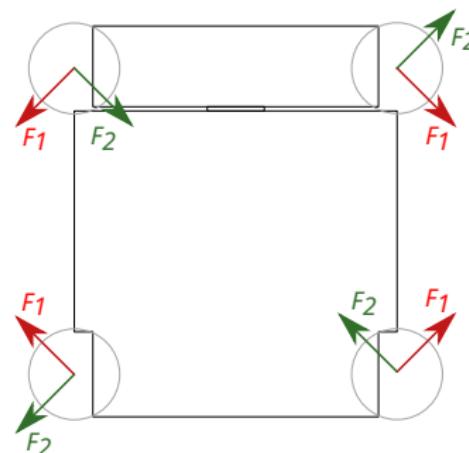
Próba resetowania pozycji rolek

- Do korpusu podłączone jest wirtualne koło, do tego koła podłączamy jedną obróconą o 45° rolkę, do której dodajemy kolizję z podłożem.
- W każdej klatce symulacji resetujemy pozycję rolki, aby nie obróciła się razem z kołem wirtualnym. Działa to tak, jakby koło zawsze dotykało podłoża jedną rolką.
- Gazebo nie ma zaimplementowanego drzewa pozycji obiektów względem siebie. Informacja o tym nie znajduje się w dokumentacji, tylko w notatkach o błędach, w kontroli wersji.
- Podobne rozwiązanie to resetowanie osi rolki w każdej klatce. Powoduje niekontrolowane zachowanie i skoki.

Modyfikacja wektorów tarcia



Wektory tarcia w symulatorach fizyki.³



Ustawienie wektorów tarcia w modelu. Ruch w kierunku F1 jest ograniczony, w F2 nieograniczony.

³Na podstawie obrazka z dokumentacji ODE: http://www.ode-wiki.org/wiki/index.php?title=Manual:_Joint_Types_and_Functions