

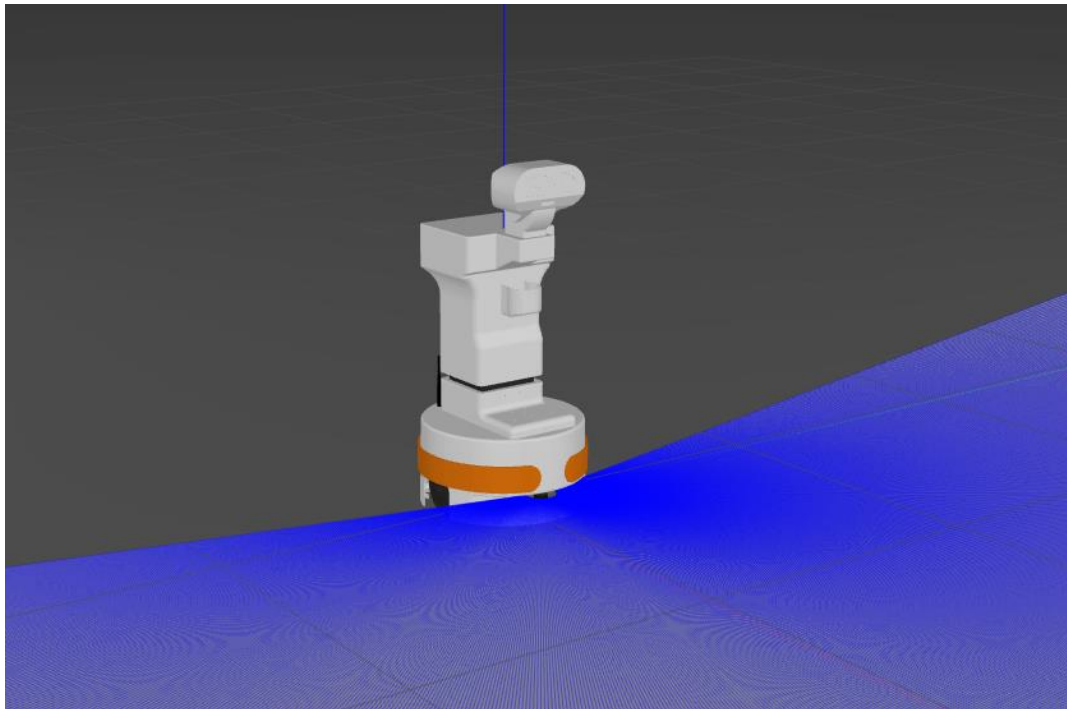
Sterowanie i symulacja robotów

Projekt 1 - badanie odometrii

Piotr Hondra, Kamil Szczepanik

Wstęp

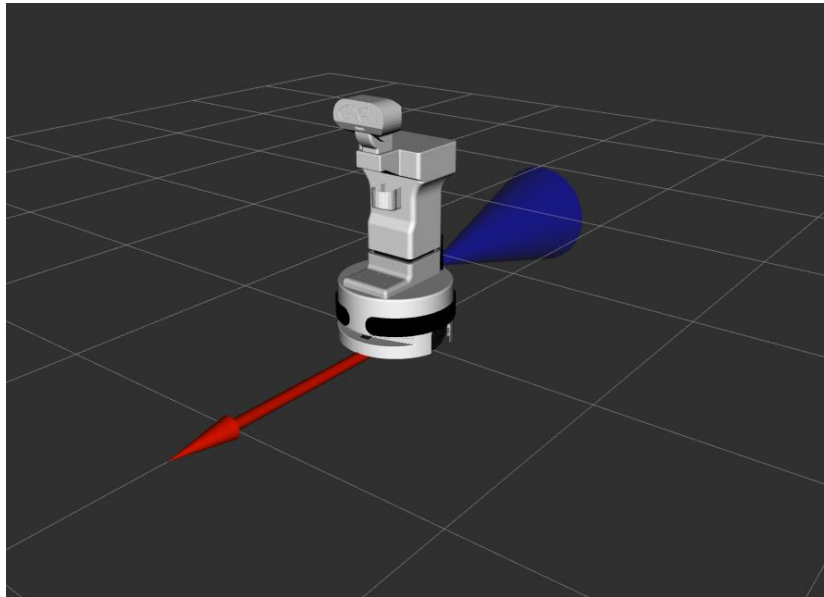
Podczas laboratorium 1 udało się zapoznać ze środowiskiem symulacji i wizualizacji robota. Przedmiotem badań jest robot Tiago. Jest to robot społeczny na bazie mobilnej o napędzie różnicowym.



Rysunek 1 Robot Tiago w symulatorze Gazebo

Symulacja odbyła się za pomocą symulatora Gazebo. Wygenerowano pusty świat, w którym robot mógł się swobodnie i bez przeszkód poruszać.

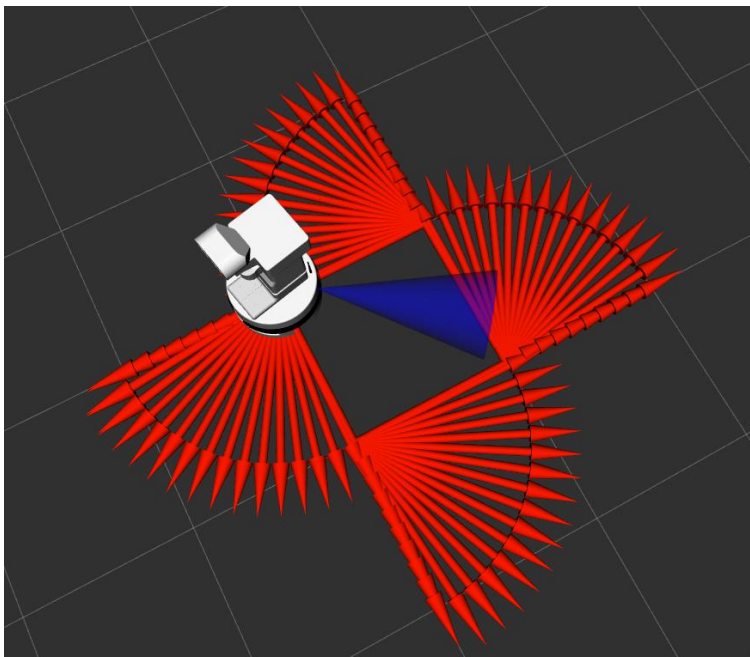
Wizualizacje odometrii przedstawiono w RVizie – programie służącym do wizualizacji tematów z ROSa.



Rysunek 2 Robot Tiago w programie RViz

Tematem rozważań na laboratorium 1 oraz projekcie 1 jest badanie odometrii. Podczas laboratorium zostały napisane skrypty zdające robotowi ruchy po kwadracie w dwóch rodzajach. Pierwszym jest sterowanie prędkościowe, czyli robotowi zadawane są prędkości liniowe i kątowe przez określone okresy i na tej podstawie robot pokonuje ruch po kwadracie. Drugim sposobem było użycie odometrii w celu nakierowania robota na kolejne punkty, do których ma się poruszać. Oba te algorytmy zostały przetestowane w symulatorze ustawiając trzy wielkości prędkości: mała, średnia i duża.

Test kwadratu w symulatorze



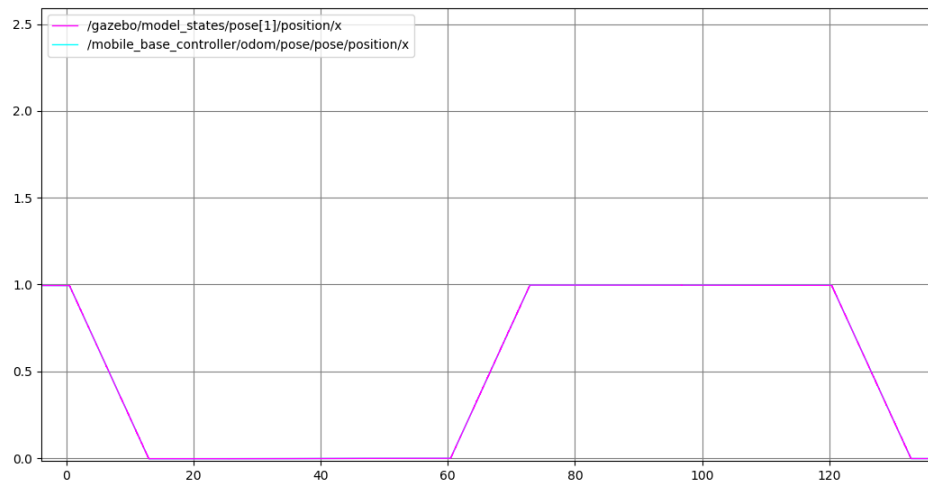
W symulatorze oba algorytmy działały bardzo dobrze dla małych prędkości. Przy większych prędkościach sterowanie prędkościowe dawało rezultat nieco zniekształconego kwadratu. Sterowanie z odometrią również dawało takie wyniki, lecz podczas działania algorytmu robot często się zatrzymywał by skorygować kierunek jazdy.

Wykresy prędkości zadanych i wykonanych

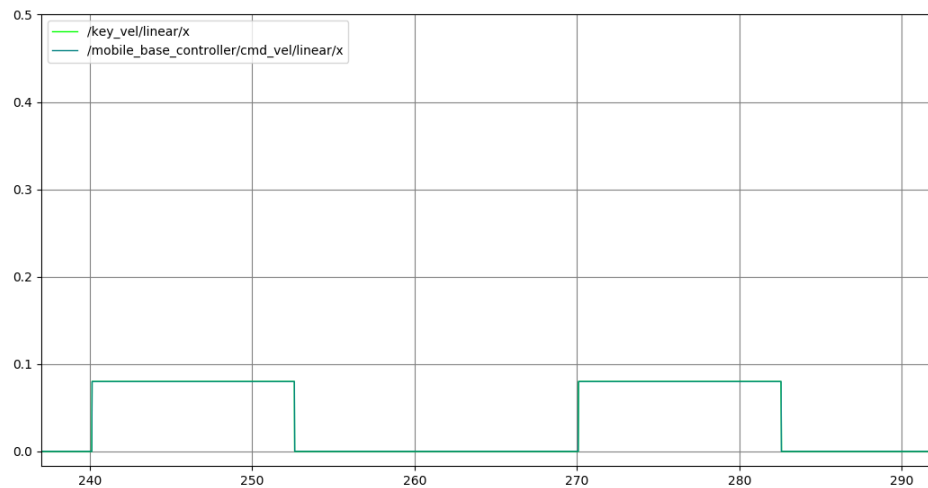
Do analizy działania odometrii wykonano wykresy prędkości zadanych i wykonanych. Dzięki takiemu porównaniu jesteśmy w stanie ocenić błąd odometryczny czujników.

Sterowanie prędkościowe

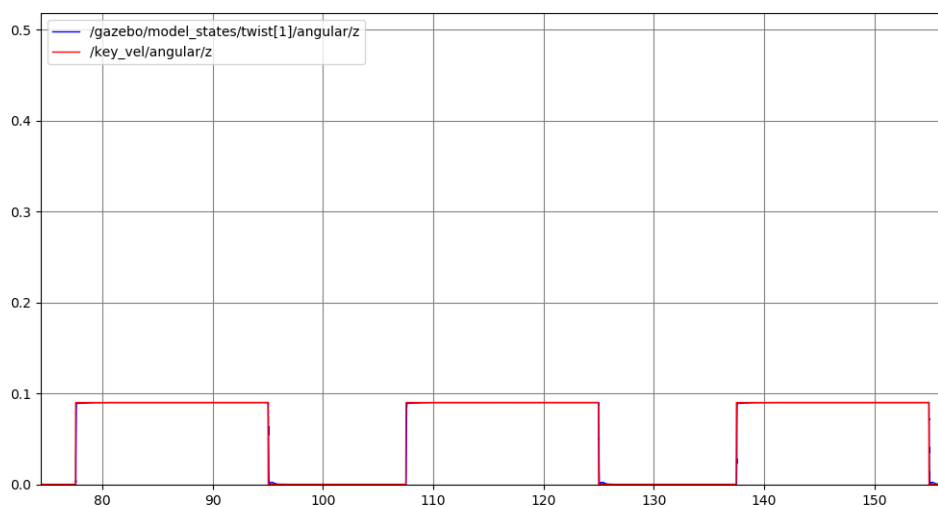
Prędkości male:



Rysunek 3 Pozycje zadane i wykonane

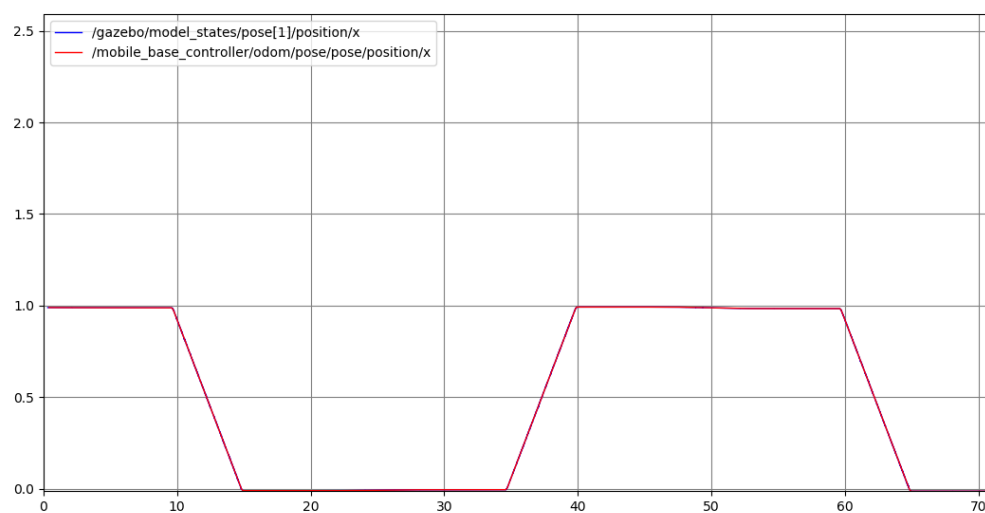


Rysunek 4 Prędkości liniowe zadane i wykonane

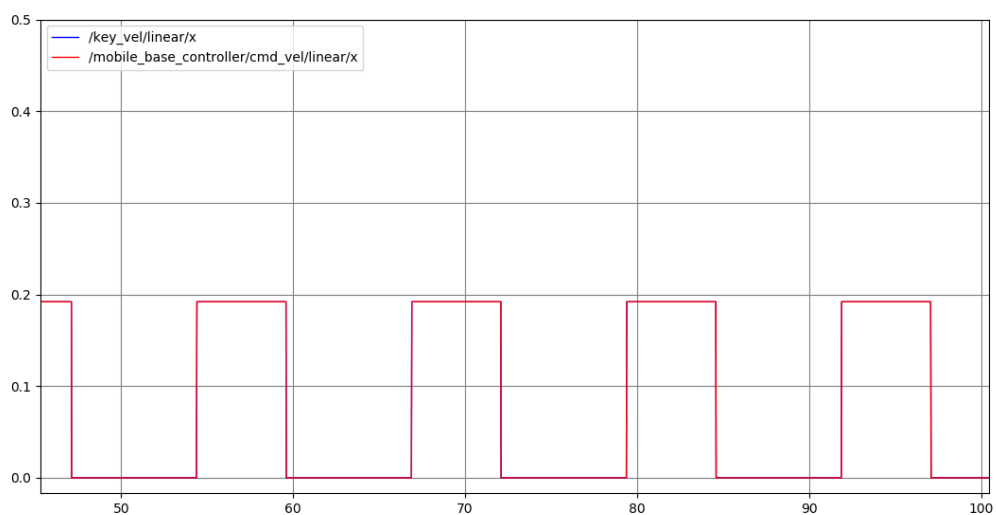


Rysunek 5 Prędkości kątowe zadane i wykonane

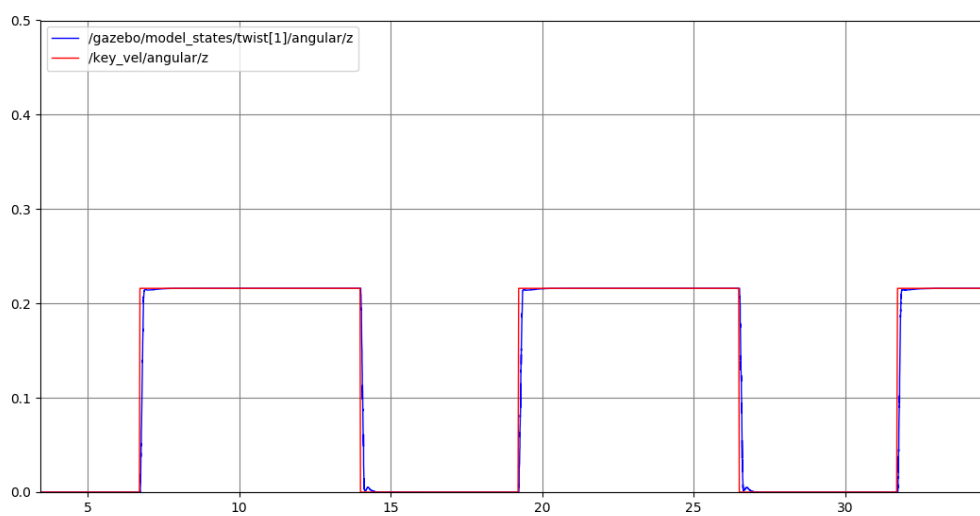
Prędkości średnie:



Rysunek 6 Pozycje zadane i wykonane

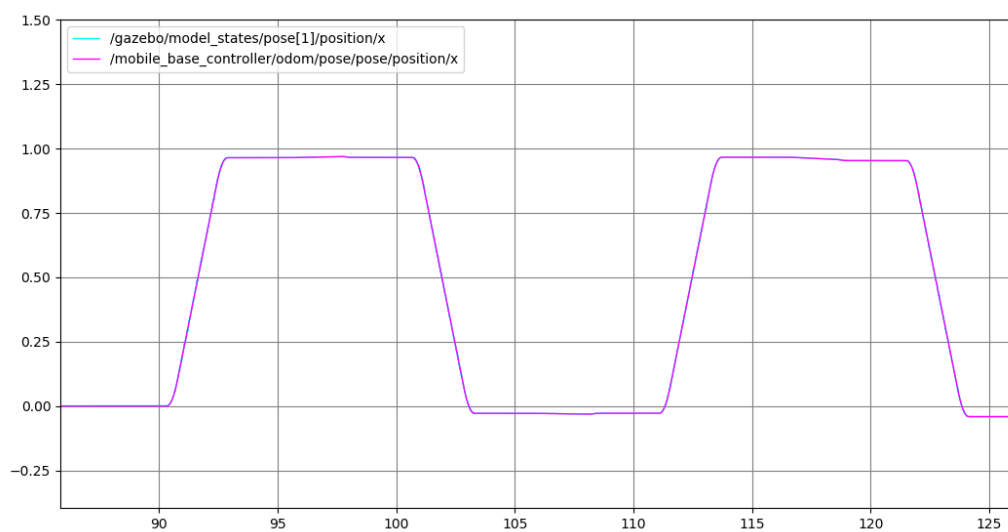


Rysunek 7 Prędkości liniowe zadane i wykonane

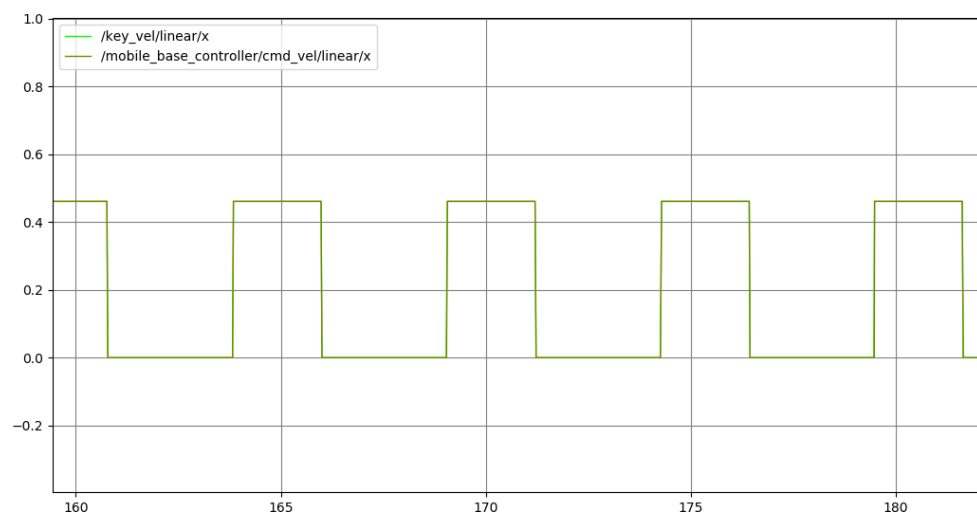


Rysunek 8 Prędkości kątowe zadane i wykonane

Prędkości duże

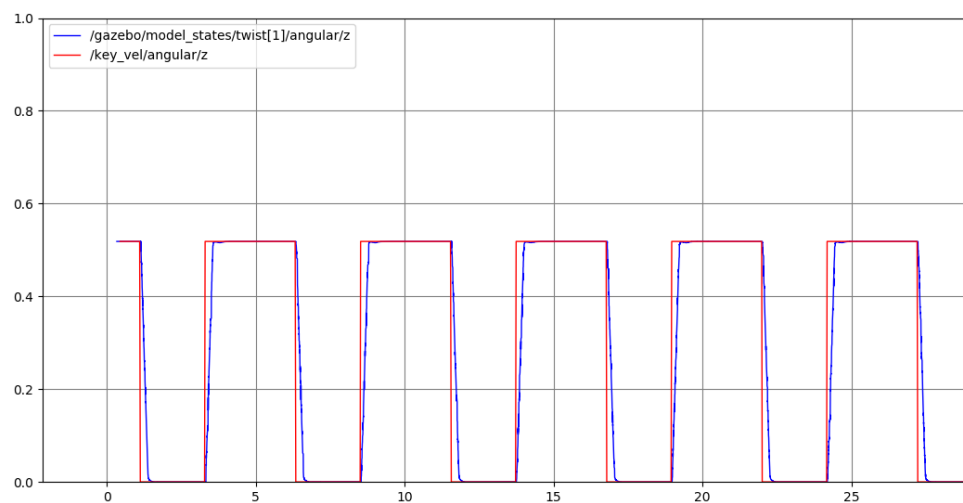


Rysunek 9 Pozycje zadane i wykonane



Rysunek 10 Prędkości liniowe zadane i wykonane

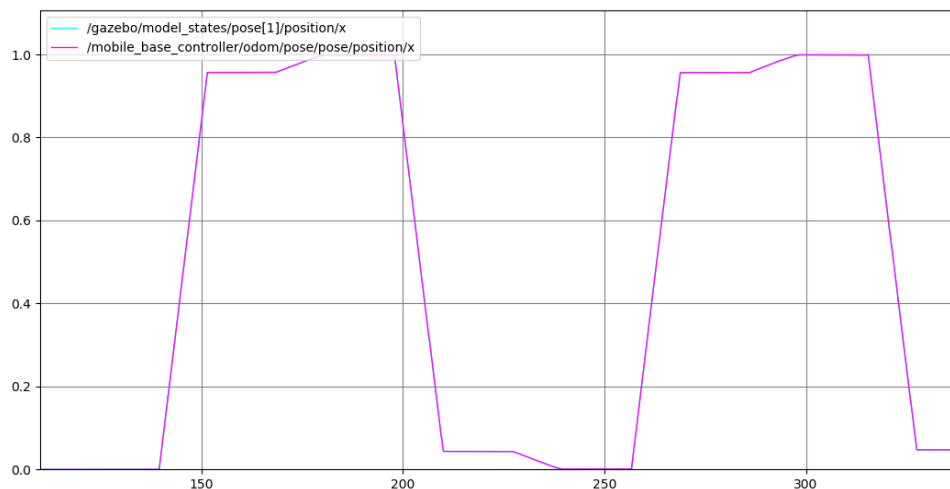
:



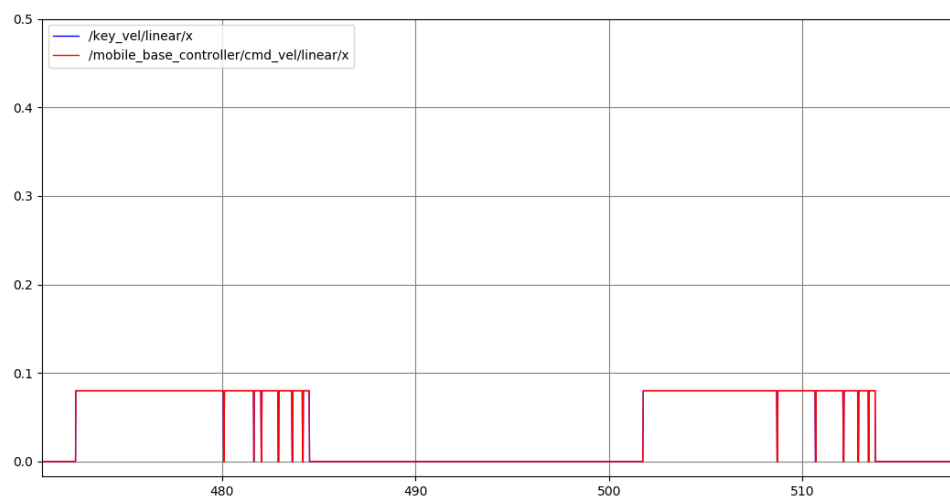
Rysunek 11 Prędkości kątowe zadane i wykonane

Sterowanie z odometrią

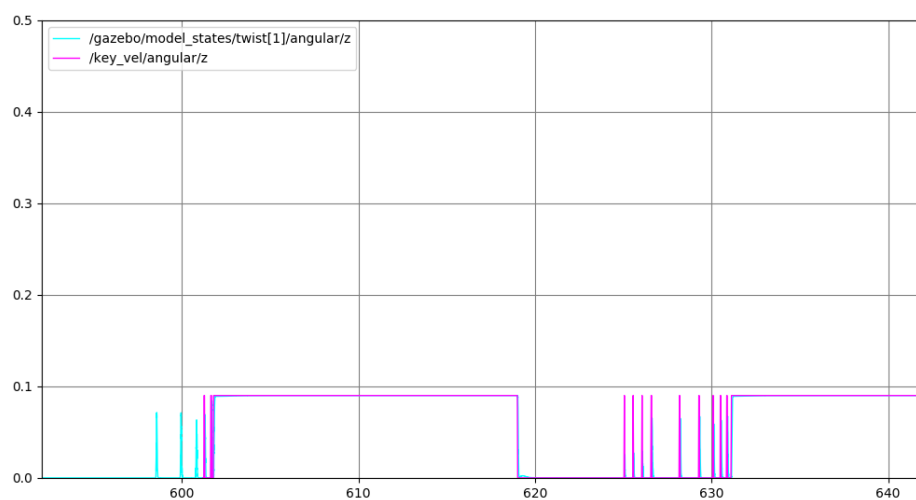
Prędkości małe



Rysunek 12 Pozycje zadane i wykonane

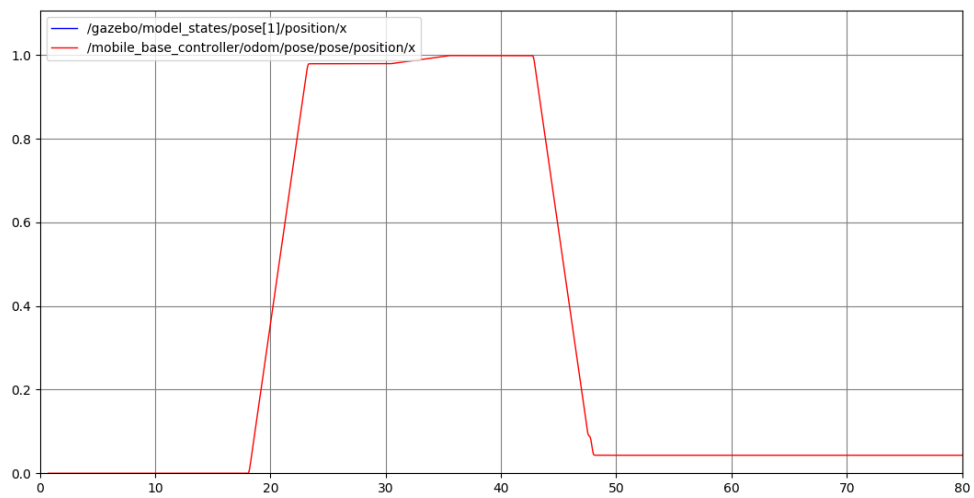


Rysunek 13 Prędkości liniowe zadane i wykonane

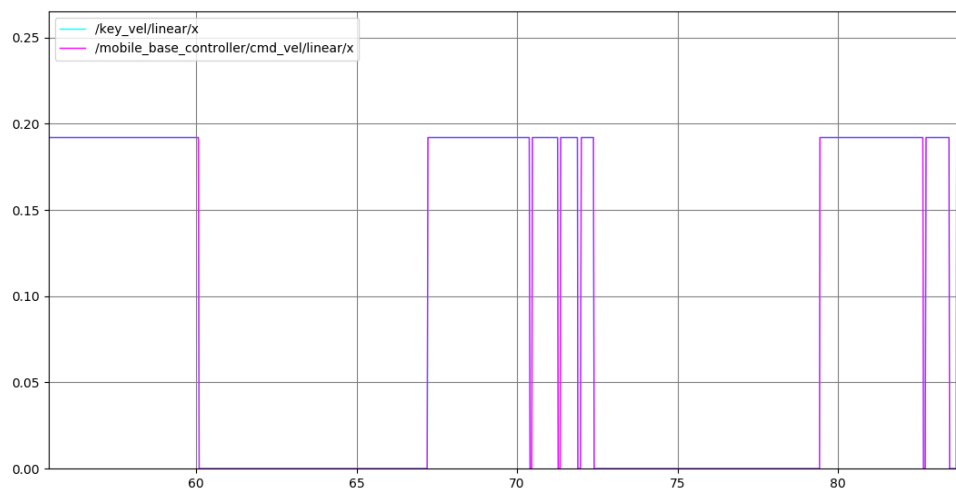


Rysunek 14 Prędkości kątowe zadane i wykonane

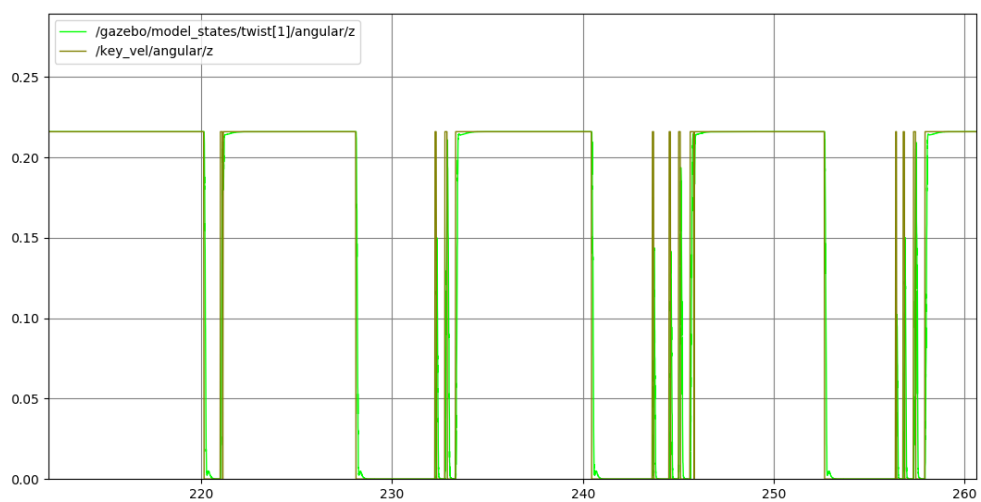
Prędkości średnie



Rysunek 15 Pozycje zadane i wykonane

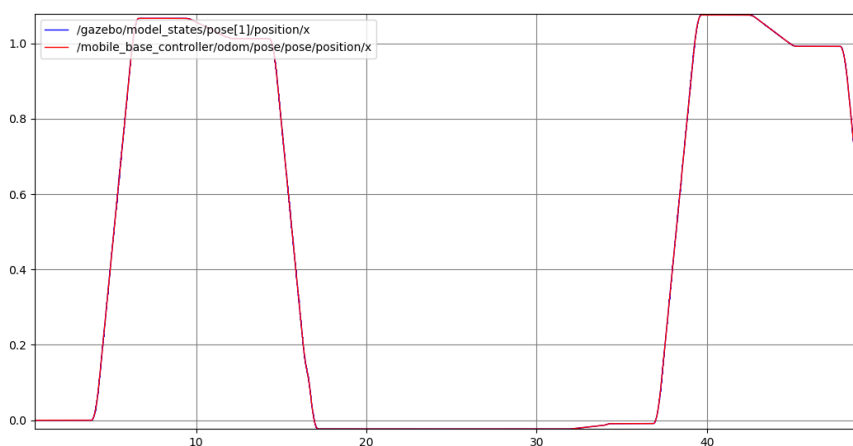


Rysunek 16 Prędkości liniowe zadane i wykonane

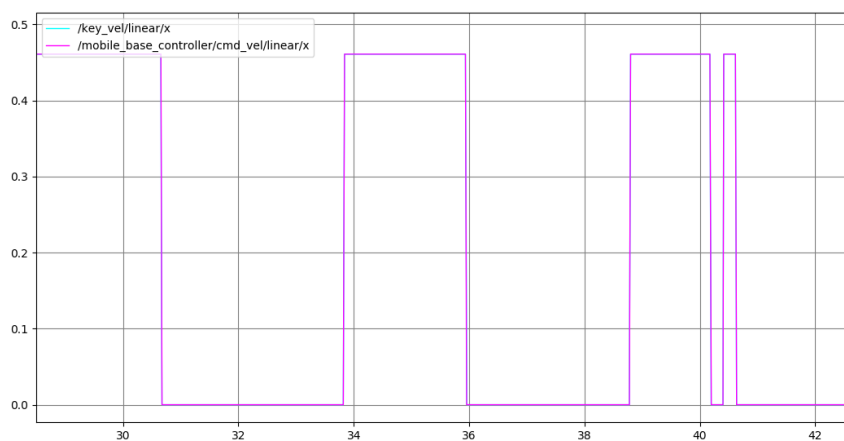


Rysunek 17 Prędkości kątowe zadane i wykonane

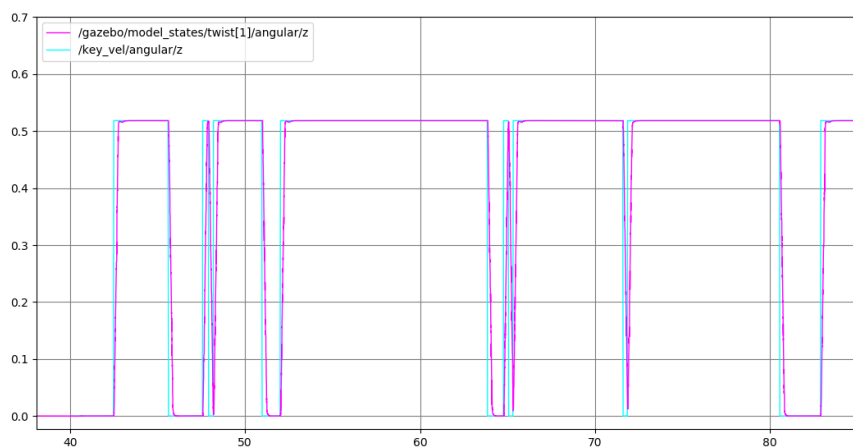
Prędkości duże



Rysunek 18 Pozycje zadane i wykonane



Rysunek 19 Prędkości liniowe zadane i wykonane



Rysunek 20 Prędkości kątowe zadane i wykonane

W symulatorze parametry zadane robotowi (pozycja i prędkości) są praktycznie takie same jak dane z symulowanego świata. Wynika to z tego, że symulator jest idealnym światem, gdzie nie występują szumy pomiarowe, opóźnienia czy inne nieprzewidziane zakłócenia mogące spowodować rozbieżności w tych wykresach.

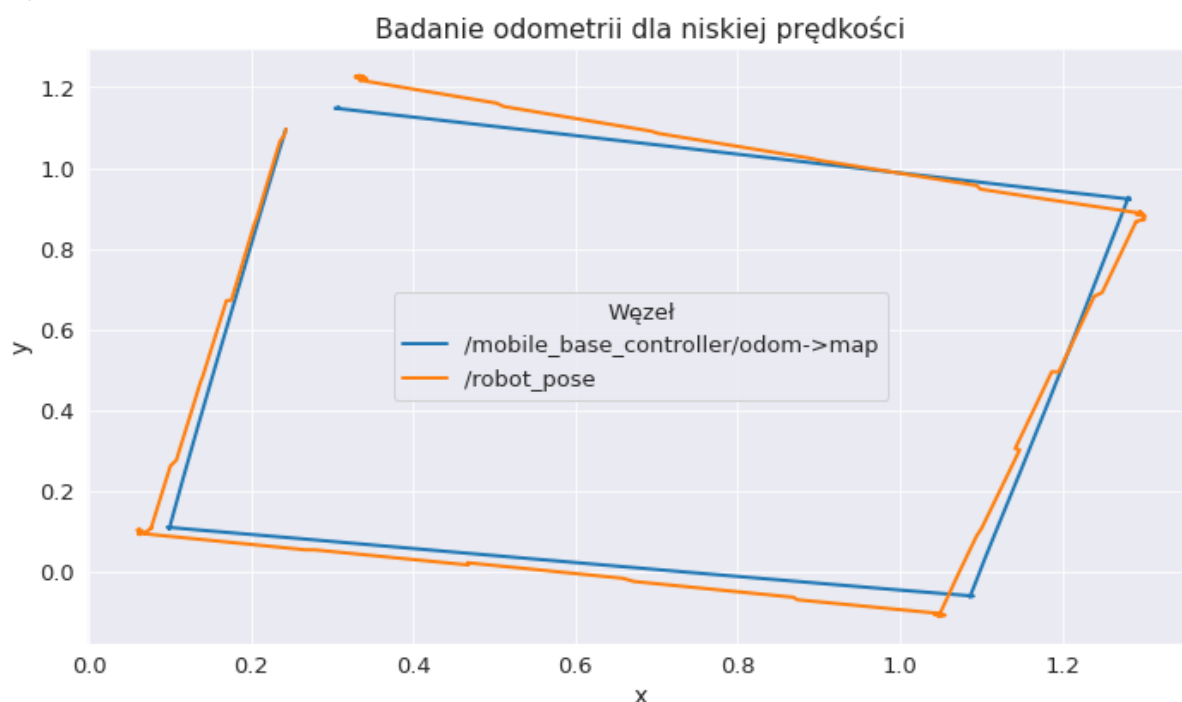
Testy na rzeczywistym robocie

Algorytm sterowania prędkościowego został także przetestowany na prawdziwym robocie w środowisku laboratoryjnym. Eksperyment pozwolił na zebranie danych w postaci rosbaga czyli zapisu przechwyconych tematów podczas trwania działania programu. Tak jak w symulacji doświadczenie przeprowadzono w trzech wielkościach prędkości.

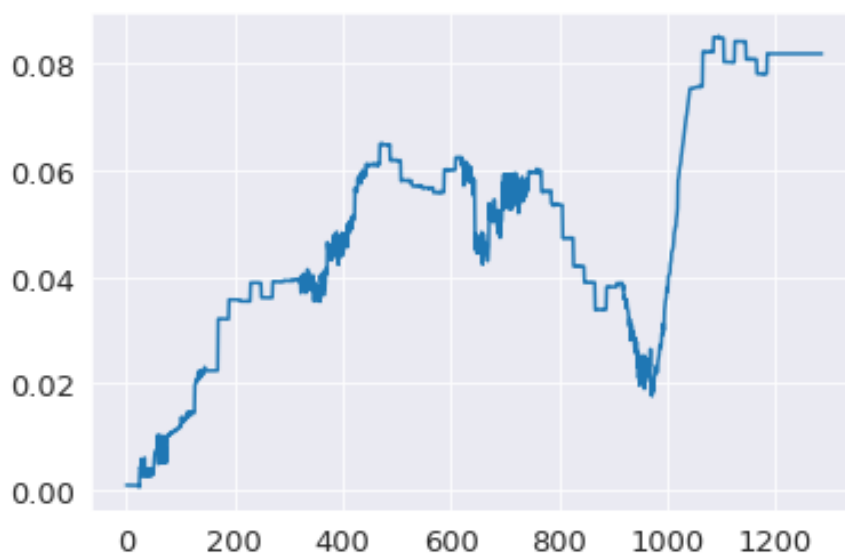
Z rosbagów udało się wyłuskać informacje o pozycji zadanej i wykonanej robota. Z tych danych zostały wygenerowane wykresy, które przedstawiają te tory jazdy.

Dodatkowo wyznaczono błędy pozycji. Błędy w chwili pomiaru zostały wyznaczone na wykresie.

Prędkości małe:

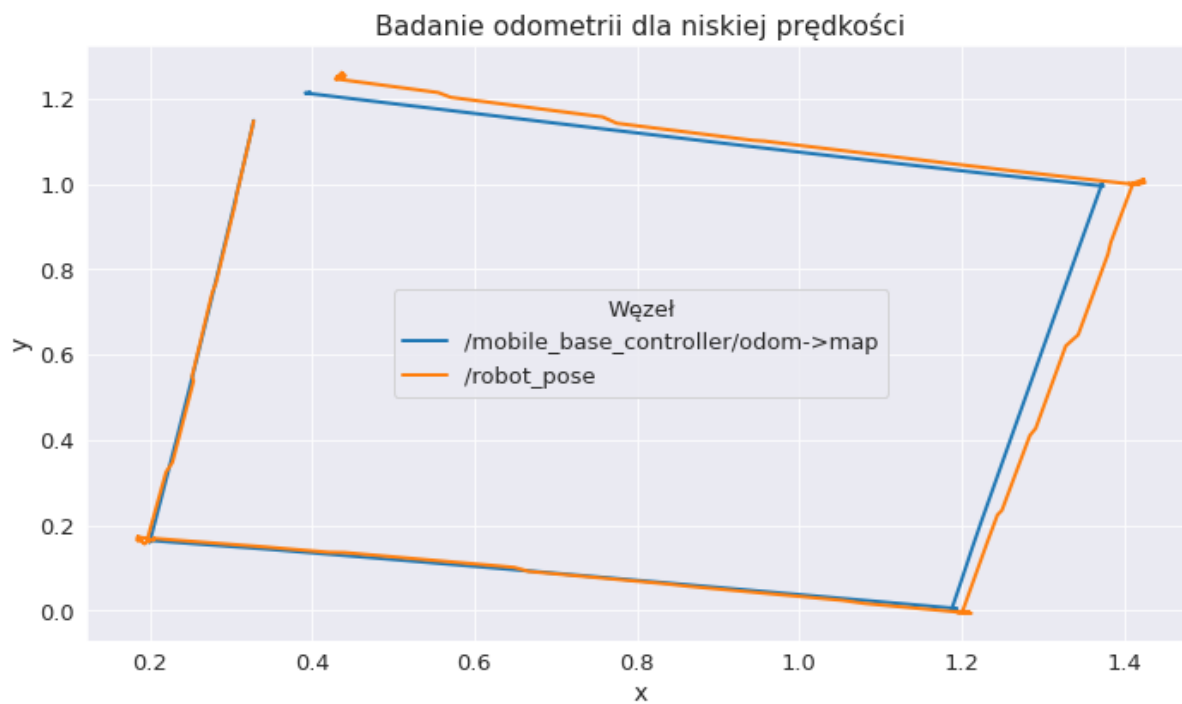


Błąd zakumulowany: 62.62313, Błąd średni: 0.048658

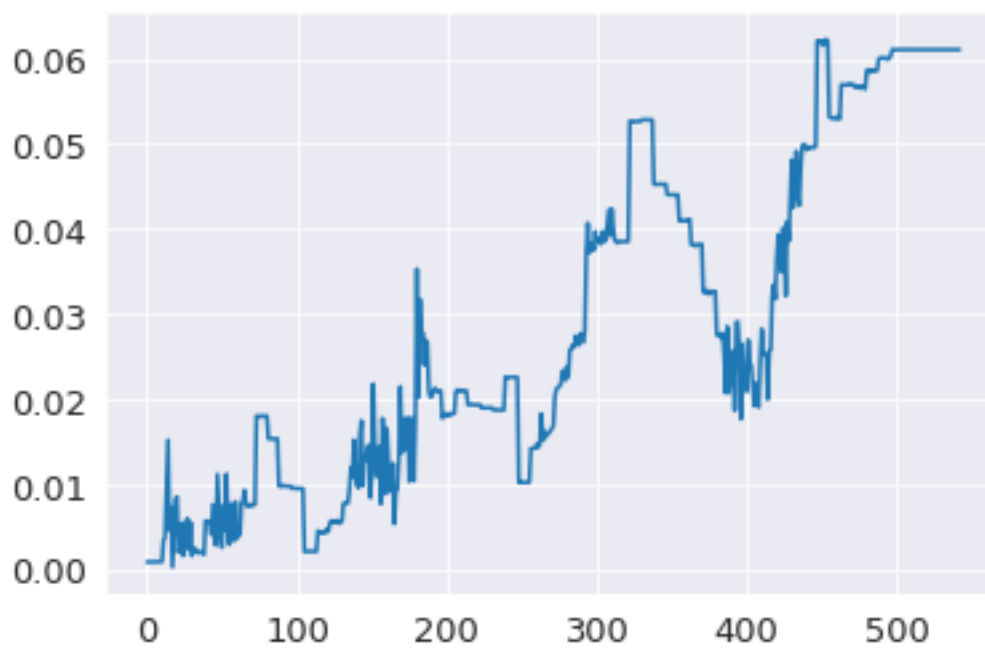


Rysunek 21 Błąd chwilowy za kolejnych pomiarów

Prędkości średnie:

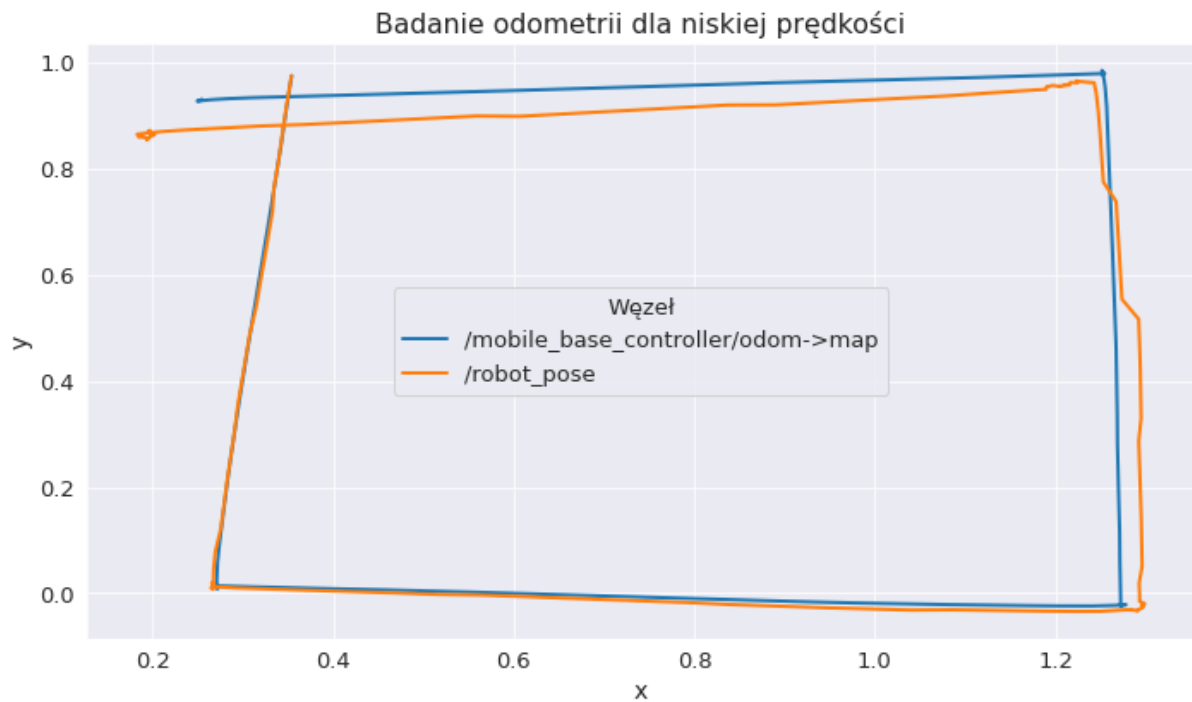


Błąd zakumulowany: 15.28145, Błąd średni: 0.02814

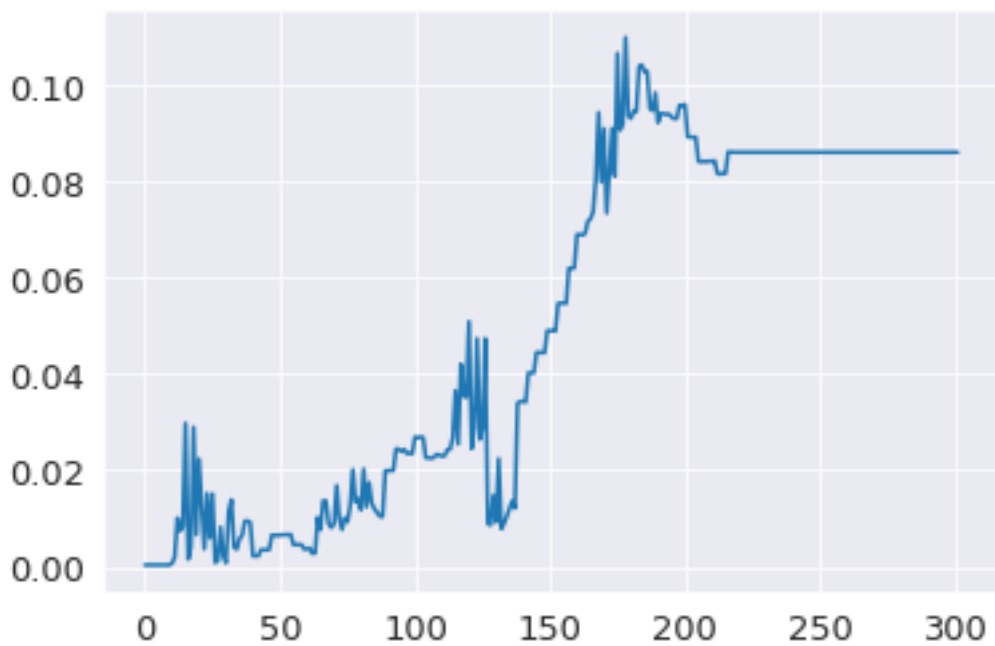


Rysunek 22 Błąd chwilowy

Prędkości dużej:



Błąd zakumulowany: 15.21144, Błąd średni: 0.05036



Rysunek 23 Błąd chwilowy

Obserwacje i wnioski

Z ilustracji przedstawiających tor jazdy rzeczywistego robota i lokalizację zmierzoną odometrycznie można wywnioskować, że dane te bardzo się różnią. Błąd lokalizacji zależy również od prędkości. Najmniejszy średni błąd miał test przy prędkości średniej.