

# Projekt i sterowanie robotem balansującym na kuli

Bartosz Grabczak

Kierunek: Automatyka i Robotyka. Specjalność : Robotyka

Rok akademicki 2016/2017

Promotor: dr inż. Paweł Malczyk

## 1. Wprowadzenie

Robot jest platformą, poruszającą się na kuli za pośrednictwem trzech kół wielokierunkowych, co czyni układ niestabilnym. Równowagę robota zapewnia układ pomiarowo-sterujący i algorytm dynamicznej stabilizacji, w który wyposażony został robot.

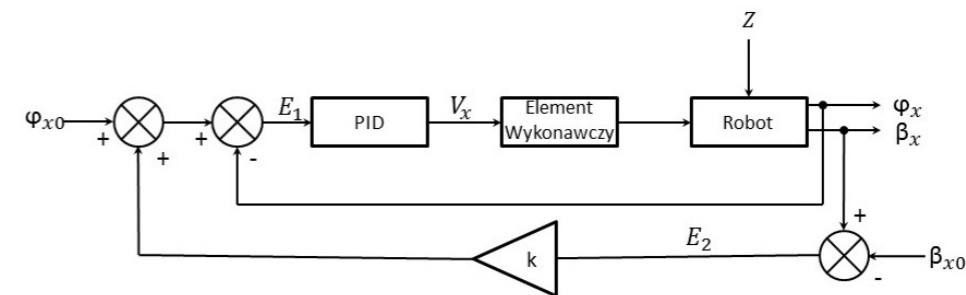
Podobne roboty powstały na zaledwie kilku prestiżowych uczelniach na całym świecie i były inspiracją do zbudowania przedstawianego robota. Przykładem są konstrukcje powstałe na Uniwersytecie Carnegie Mellon w Pittsburghu w USA a także na Uniwersytecie Tohoku Gakuin w Japonii. Świadczy to o nie trywialności zadania jakim jest budowa tego typu robota.

Praca skupia się na aspektach związanych z nietypowym sposobem poruszania się robota na kuli oraz algorytmach odpowiadających za dynamiczną stabilizację układu w trzech wymiarach. Zawarta treść wyjaśnia sposób doboru wykorzystanych podzespołów mechanicznych wraz z ich charakterystyką. Opisane zostały czujniki inercyjne, do których zaliczają się akcelerometr i żyroskop. Przedstawiono schematy elektroniczne i elektryczne. Zaprezentowano wyniki pomiarów zebrane podczas działania robota.



## 2. Regulacja kaskadowa

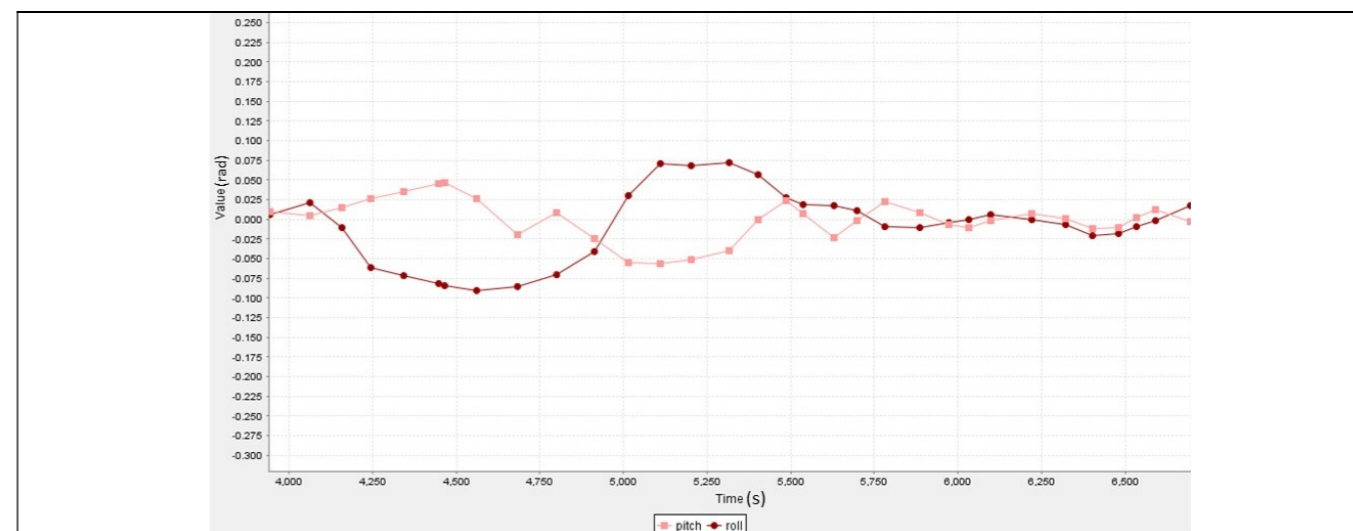
Rysunek 1 przedstawia schemat układu regulacji, który został zastosowany w postaci cyfrowej w algorytmie robota. Jest to regulacja kaskadowa z regulatorem wewnętrznym typu PID i zewnętrznym typu P. Wartości zadane oznaczone są symbolami  $\varphi_{x0}$  i  $\beta_{x0}$ . Odpowiednio wartość  $\varphi_x$  oraz  $\beta_x$  oznaczają kąty między osią pionową a robotem oraz robotem a kulą. Wartość  $V_x$  oznacza wartość prędkości. Uchyb regulatorów oznaczono przez  $E_1$  i  $E_2$ . Zakłócenia, które wchodzi do układu oznaczono symbolem  $Z$ .



Rysunek 1: Schemat układu regulacji

## 3. Wyniki analizy regulacji

Wykres na rysunku 2 prezentuje sytuację, w której robot zostaje wytrącony z położenia równowagi na skutek pchnięcia, po czym wraca do położenia równowagi. Wytrącenie następuje w 4,5 s, następnie na skutek działania regulatora ma miejsce przeregulowanie w 5,2 s, by ostatecznie powrócić do stabilnego położenia w 5,7 s.



Rysunek 1: Schemat układu regulacji

## 5. Wnioski

- Kaskadowy układ regulacji zapewnia stabilność układu robota balansującego na kuli
- Robot poddany wychyleniom wraca do położenia równowagi