

6 脚ロボットの急勾配階段のための昇段制御

青木 雄大 (福井大学) ・川井 昌之 (福井大学)

1. はじめに

本研究では、小型の6脚ロボットの急勾配階段に対する昇降制御を行うための制御手法の提案と、実機による動作検証を行う。狭隘で特殊な作業環境にある傾斜 45 度以上の階段を対象とし、その歩行アルゴリズムの確立を目標とする。

2. 対象とする作業環境と 6 脚ロボット

本研究で対象とする小型 6 脚ロボットを Fig. 1 に示す。なお、本研究では試作用に、実環境に対して 1/2 スケールのロボットと環境を想定する。各脚は 3 自由度あり、近藤科学製サーボモータ KRS-3302x2 及び 3304R2 からなっており、各関節角度制御を用いる。各脚のリンク長さは、第 1 リンク 40[mm]、第 2 リンク 70[mm]、第 3 リンク 70[mm] となっている。

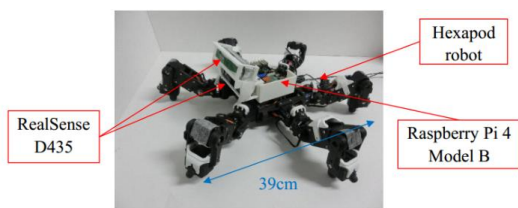


Fig. 1 Hexapod robot

周辺環境を計測するためのセンサとして、デプスカメラ(Intel RealSense D435)2台を使用し、ロボット本体上部に前方及び後方の環境を計測している。コントローラには Raspberry Pi 4 Model B を用い、制御用のプラットフォームには Ubuntu 上の ROS[1]を用いている。

本研究で対象とする急勾配階段を Fig. 2 に示す。対象とする急勾配階段は、一段の高さ 100[mm]、奥行き 55[mm]である。

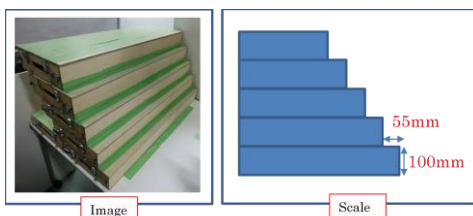


Fig. 2 Stairs and Environment

3. 昇段動作制御

昇段動作は、初期位置決め、定型昇段動作、昇段動作中の位置補正動作から構成される。

3.1 初期位置決め

前方を計測する RealSense D435 を用いて、階段の高さと奥行き、ロボットに対する階段の位置、角度を計測し、ロボットは初期位置まで移動する。

3.2 定型昇段動作

予め、最も急勾配の階段に対する定型動作を作っておき、3.1 で計測された階段の一段当たりの高さ、奥行きを利用して、その定型動作を階段に合わせ変更する。なお、あらかじめ構築しておいた定型動作を Fig. 3 に示す。

これを基準に、勾配の少ない階段には、各動作に補正を加える。

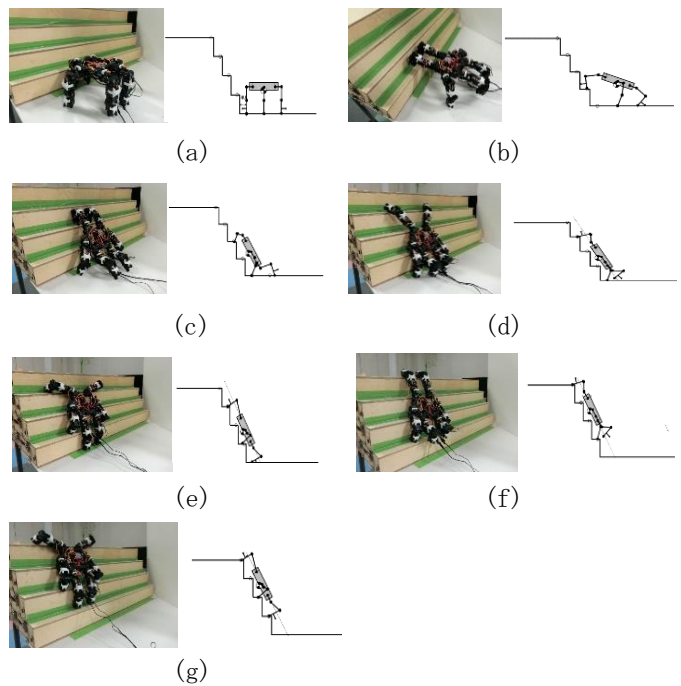


Fig. 3 Routine motion for steep pitch Stairs

3.3 昇段動作中の位置補正

センサの計測誤差や制御誤差などにより、昇段動作中に、脚の階段からの踏み外しや、バランスを崩すなどの現象が生じる。この現象の回避のために、各脚の接地点における力やモーメントの計測などを用いる方法が考えられるが、ここでは後ろを計測するデプスセンサにより、後脚の段差の位置する一段下の段差との距離を計測し、補正を行う。昇段動作が失敗しやすい Fig.4 の定型動作について、成功するための階段段差との理想距離、角度と閾値を設定し、実測値が閾値以上の場合に後脚の姿勢を修正した。具体的なデータは、発表時に報告する。

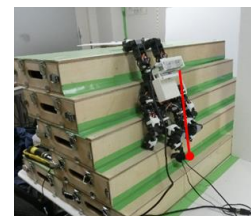


Fig. 4 Position correction with the backward depth sensor

5. おわりに

本研究では ROS やデプスカメラを用いて、小型 6 脚ロボットの現場の環境を想定した、急勾配な階段の階段昇降制御の実装を行った。

参考文献

[1]岡田慧, “ROS (ロボット・オペレーティング・システム)”, 日本ロボット学会誌, Vol.30, No.9, pp.830-835, 2012.