

# 腕脚統合型ロボット「ASTERISK」による段差のよじ登り動作

学籍番号：90194140 新井研究室 藤井祥太

## 1 はじめに

小さなロボットで複雑な不整地を踏破することができれば、災害現場など様々な環境に対応ができ、ロボットの活躍の場は拡大する。本研究では、腕脚統合型ロボット“ASTERISK”による複雑な不整地での作業移動を実現するため、その移動能力の拡大を目的として、ロボットの胴体よりも高い段差のよじ登り動作を実現する。

## 2 高い段差のよじ登り動作

### 2.1 腕脚統合型ロボット“ASTERISK”

“ASTERISK”は4自由度の脚6本をもつロボットである。よじ登り動作で利用している特徴を以下に示す。

- 脚の可動範囲が胴体の上下に広がっている
- 6本の脚が胴体を中心に60[deg]毎に配置されている
- 胴体内部に加速度センサが搭載されている
- サーボモジュールは関節角度指令、現在角度の取得、任意のコンプライアンスの設定が可能である

### 2.2 よじ登りの戦略

高い段差をよじ登る際には、左右対称に脚を動かしていき、常に4脚以上で胴体を支持することで、安定性を保つ。前提条件として、段差の高さはセンサ情報などで得られているとし、ロボットは段差に十分近づいているものとする。よじ登り動作の流れを以下に示す。ここで、左右対称で脚を動かしている際の進行方向に向かって一番前の2本の脚を前脚 (Fig. 1 の (1))、真ん中の脚を中脚 (2)、一番後ろの脚を後脚 (3) と呼ぶこととする。

1. 中脚を前に着いて、中脚と後脚による4脚支持状態になる
2. 前脚を上げ、胴体を段差の高さに合わせて傾ける
3. 前脚を段にのせる
4. 胴体を前に移動して前脚と中脚の間に重心を移す
5. 後脚を前に出して着く
6. 中脚を段にのせる
7. 中脚より前に重心がくるまで胴体を前に移動させる
8. 7の過程で前脚または後脚が限界まで伸びたら、その脚を前に着き直す
9. 重心が中脚より前にきたら胴体の傾きを水平に戻す
10. 後脚を段にのせる

この流れの中で、脚を段にのせるときには(3,6,10)、確実にのせることができたかを関節コンプライアンスを用いて確認する。脚を上げるときには(5,8)、その脚を上げてロボットが転ばないかを判定するために、胴体の傾きを加速度センサで検出し、安定余裕を計算している。

## 3 実験結果

どのくらいの高さの段差まで登ることができるか調べるため、解析を行った。段差をよじ登る際、最も重要な Fig. 1 に示す姿勢で、段差の高さ  $h$ [mm] と胴体の傾き  $\theta$ [deg] を変えて、胴体重心の取りえる範囲の面積  $A$ [ $\text{mm}^2$ ] を求めた。その結果、段差の高さ  $h$  が高くなるにつれ胴体の傾き  $\theta$  を傾けた方がより広い範囲で重心をとれることがわかった (Fig. 2)。

段差を登る過程で胴体の軌道がとりやすいように、段差の高さ  $h$  に対し、最も広い範囲で重心をとることができた傾き  $\theta$  を用いて実験を行った。結果の一例を Fig. 3 に示す。図中の番号は戦略の番号に対応している。 $h$  を変えて実験を繰り返した結果、230[mm] の高さまでよじ登ることができた。高さがそれ以上になると戦略の8における脚を着き直す回数が急激に増加してしまい、時間がかかってしまった。

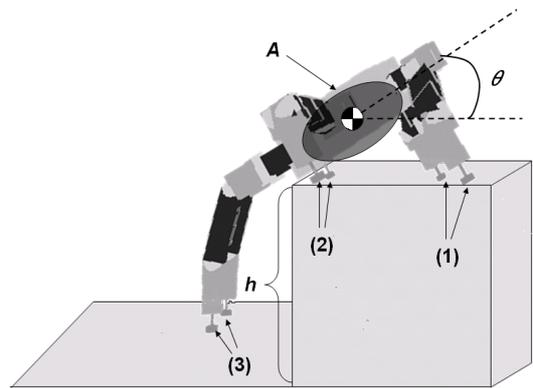


Fig. 1 Analysis of climbable step height

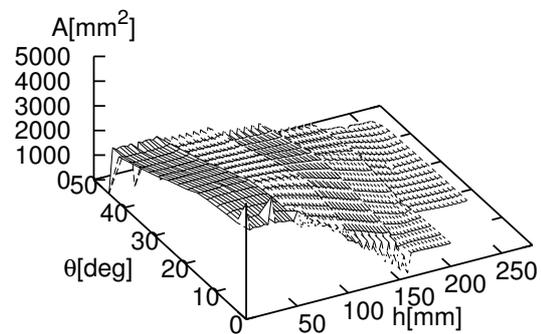


Fig. 2 Results of climbable step height

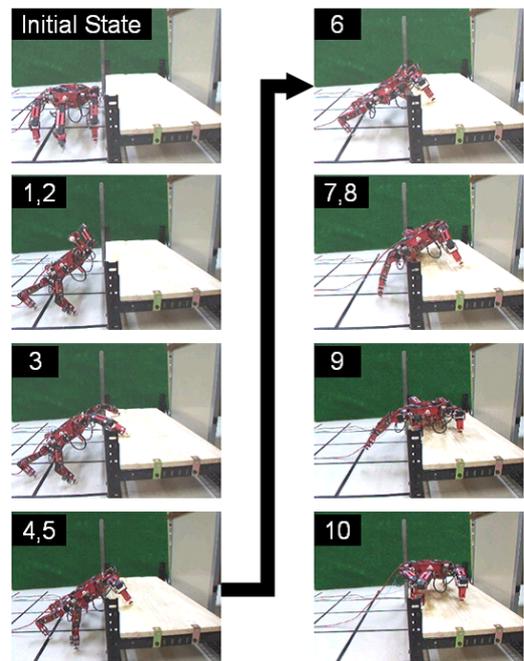


Fig. 3 Climbing up onto 200mm Step for “ASTERISK”

## 4 おわりに

本研究では、“ASTERISK”の特徴を生かして高い段差をよじ登る動作を実現した。

“ASTERISK”の基準姿勢における胴体の高さは180[mm]で、各脚を最大に伸ばしたときは210[mm]である。よってロボット胴体より高い段差をよじ登ることができた。