

5 脚歩行ロボットの段差歩行における

4D-6

歩容制御

望月博文 本多庸悟 金子俊一 藤貫宏一
東京農工大学工学部

1. はじめに

本研究では、5脚歩行ロボット“ケフェウス1号”が段差のある地面を静歩行する場合に、その段差を検出して対応する制御方式を実現することを目的としている。ここでは、段差を検出するための外界センサとして接地センサを設計・製作し、その接地センサからの情報を利用した段差歩行における歩容制御を提案する。

2. 5脚歩行ロボットについて

2.1 5脚歩行ロボットの概要

この5脚歩行ロボット“ケフェウス1号”（図1）は、正五角形に配置した5本の脚をもち、高さは接地センサを含め742mmである。平坦地を400m/hで静歩行する。主な仕様を表1に示す。

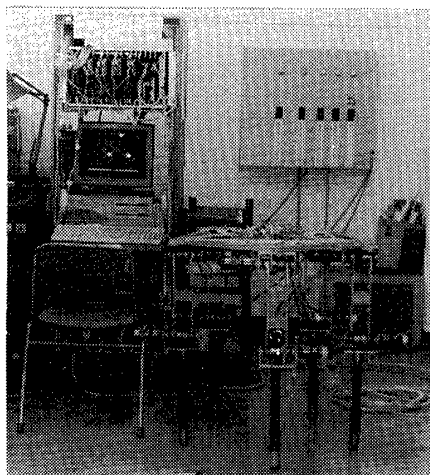


図1 5脚歩行ロボット“ケフェウス1号”

表1 5脚歩行ロボットの仕様

総重量	27.9kgf（本体：アルミ）
寸法	620(W)×669(H)×589(D) [mm]
総自由度	10（P-P関節/脚）
駆動要素	DCサーボモータ（6.0W）＋ハーモニックドライブ減速機
制御形態	PC-9801RX2、制御基板、パワーアンプ等は本体外に設置。
外界センサ	各脚に接地センサ

2.2 5脚歩行ロボットの歩容について

脚移動ロボットの重要な性能評価基準の一つとして移動速度が挙げられる。この移度 V_B は、遊脚復帰速度 V_L とデューティ比 β からなる関係式によって求められる。

$$V_B = \frac{1-\beta}{\beta} V_L \quad (1)$$

ここでデューティ比とは、一定歩行周期における脚 i の支持脚相の比率のことである。

5脚歩行ロボットにおいて最小なデューティ比 $3/5$ が得られる3点接地歩容を図2に示す³⁾。図中の実線は支持脚となっている時期を示している。

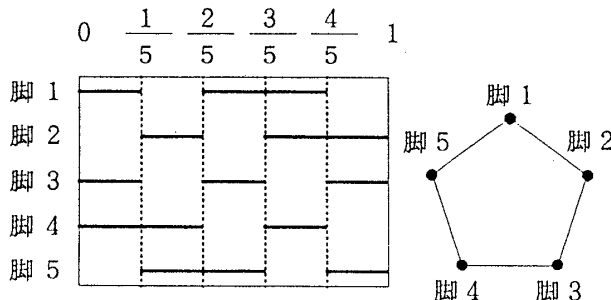


図2 5脚3点接地歩容

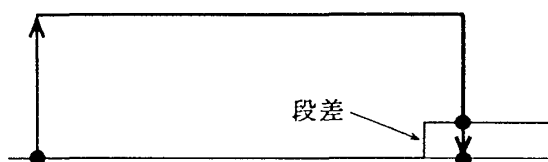
3. 段差歩行制御

次の二つのいずれかが成り立つとき平坦地歩行制御から段差歩行制御へ移行する。

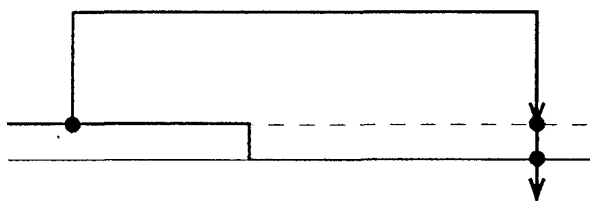
① 脚が着地するはずのない関節角度のときに、接地センサがONになる（上り段差）。

② 脚が接地するはずだが、接地センサはOFFである（下り段差）。

段差を検出したあとで足先軌道を補正しないと次の遊脚時に転倒してしまうので、図3のように足先軌道を補正する必要がある。



(a) ①上り段差の場合



(b) ②下り段差の場合

図3 足先軌道の補正方法

次に、補正した足先軌道から逆運動学解析ルーチンにより各関節角度を求め、目標値更新ルーチンと各軸サーボルーチンによって補正した足先軌道が実現される。

4. 段差歩行実験

図3に示した足先軌道を用いて、凸面の段差上を歩行する実験を行った。実験条件として、1歩容サイクルあたり250mmの移動量、遊脚時の振り上げ高さを100mm、段差の高さを75mmとした。この実験における脚1の足先高さの推移を図4に示す。図から段差に適応

して歩行していることが分かる。また、実行時間の0～1秒のところで立脚状態から初期状態へと移行している。このときの歩行速度は77.0 m/hであった。

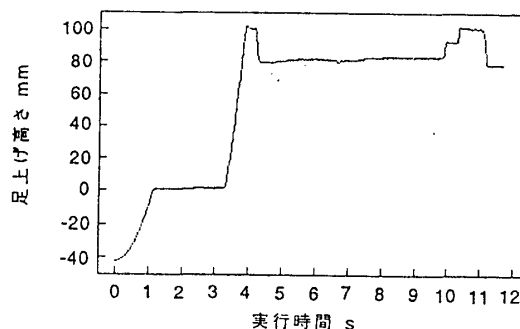


図4 脚1の足先高さの推移

5. おわりに

歩行ロボットが歩行を行う環境を認識し、それに対応した歩行をする歩容制御を検討し、実際に段差上を歩行する実験を行った。今後は、より複雑な段差、たとえば次々と段差が現れる場合、一部の脚のみが段差に関わる場合などについて対応できる歩容制御を検討していきたい。

参考文献

- 1) 本多, 馬場, 牧野, 金子: 傾斜センサを用いた4脚歩行ロボットの歩行制御, 第10回日本ロボット学会学術講演会予稿集, pp. 563-564(1992).
- 2) 安達, 小谷内, 中村, 中野: 脚に設置された力センサを用いた4脚歩行ロボットの適応歩行, 日本ロボット学会誌, Vol. 9, No. 6, pp. 707-717(1991).
- 3) 本多, 牧野, 望月, 金子: 5脚歩行ロボットの開発, 第13回日本ロボット学会学術講演会予稿集, pp. 641-642(1993).