

# 人間型の脚機構を持つ ロボットの瞬発的駆動

4D-8

菅伸二\* 本多庸悟\* 金子俊一\* 望月亮\*\* 百鬼史訓\*  
\*東京農工大学 \*\*（株）ハーモニックドライブシステムズ

## 1. はじめに

人間型の脚機構を持つロボットに高速立上がり、跳躍といった瞬発的な動作を行わせるための制御方法について考察する。従来、跳躍などを行うロボットはそれ専用の特別な機構を用いているが、本研究では人間型の脚ロボットを研究対象とする事を特色とする。

## 2. 人間型脚ロボットについて

実験対象の人間型脚ロボットは足首、膝、腰に相当する三つのピッチ軸関節を持つロボットで、全高 680 mm、重量 10.8 kgf で、アクチュエータとしてDCモータ、減速機としてハーモニックドライブを使用している。この脚ロボットの写真を図1に示す。

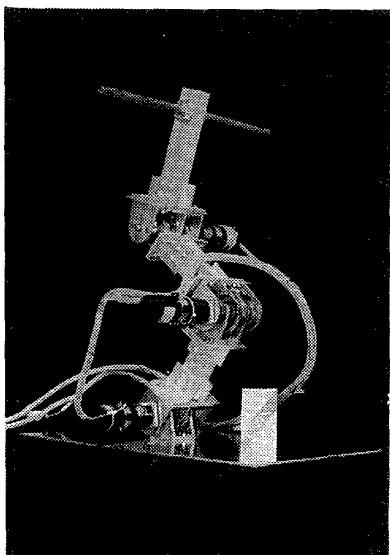


図1 人間型脚ロボット「リゲル1号」

## 3. 脚ロボットモデル

ラグランジュの方程式を使って脚ロボットの運動モデルを導出する。脚ロボットの質量モデル、一般化座標を図2、図3に、導出した運動方程式を式に示す。第1項は慣性力、第2項は遠心力、第3項は粘性摩擦力、第4項は重力、第5項はクーロン摩擦力を表す。

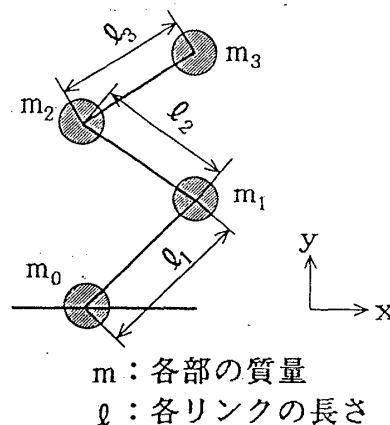


図2 質量モデル

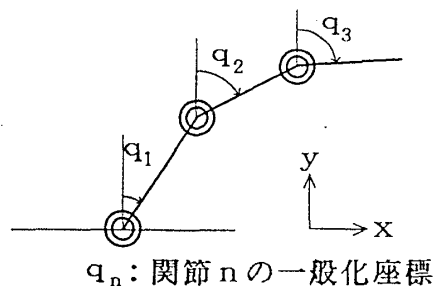


図3 一般化座標

High Speed Driving for a Human-like Robot Leg  
 Shinji Kan\*, Tsunenori Honda\*, Shun'ich Kaneko\*,  
 Makoto Mochizuki\*\*, Fuminori Nakiri\*  
 \*Tokyo University of Agriculture and Technology, \*\*Harmonic Drive Systems Co.,Ltd.

$$\begin{aligned}
 & \begin{bmatrix} m_1\ell_1^2+m_2\ell_1^2+m_3\ell_1^2+l_1 & \ell_1\ell_2(m_2+m_3)\cos(q_2-q_1) & m_3\ell_1\ell_3\cos(q_3-q_1) \\ \ell_1\ell_2(m_2+m_3)\cos(q_2-q_1) & m_2\ell_2^2+m_3\ell_2^2+l_2 & m_3\ell_2\ell_3\cos(q_3-q_2) \\ m_3\ell_1\ell_3\cos(q_3-q_1) & m_3\ell_2\ell_3\cos(q_3-q_2) & m_3\ell_3^2+l_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{q}_1 \\ \dot{q}_2 \\ \dot{q}_3 \end{bmatrix} + \\
 & \begin{bmatrix} 0 & -\ell_1\ell_2(m_2+m_3)\sin(q_2-q_1) & -m_3\ell_1\ell_3\sin(q_3-q_1) \\ \ell_1\ell_2(m_2+m_3)\sin(q_2-q_1) & 0 & -m_3\ell_2\ell_3\sin(q_3-q_2) \\ m_3\ell_1\ell_3\sin(q_3-q_1) & m_3\ell_2\ell_3\sin(q_3-q_2) & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{q}_1^2 \\ \dot{q}_2^2 \\ \dot{q}_3^2 \end{bmatrix} + \\
 & \begin{bmatrix} D_1+D_2 & -D_2 & 0 \\ -D_2 & D_2+D_3 & -D_3 \\ 0 & -D_3 & D_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{q}_1 \\ \dot{q}_2 \\ \dot{q}_3 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} (m_1+m_2+m_3)\ell_1g\sin q_1 \\ (m_2+m_3)\ell_2g\sin q_2 \\ m_3\ell_3g\sin q_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \tau_{f_1}-\tau_{f_2} \\ \tau_{f_2}-\tau_{f_3} \\ \tau_{f_3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tau_1-\tau_2 \\ \tau_2-\tau_3 \\ \tau_3 \end{bmatrix} \tag{1}
 \end{aligned}$$

4. DCモータの定格外駆動

脚ロボットに瞬発的な動作をさせるためにはDCモータを高速かつ高トルクで駆動する必要がある。そのためDCモータを定格外で駆動している。定格外駆動は瞬時最大電機子電流以内で、発熱、ブラシの摩耗などの破壊要因が起きない範囲で行っている。

5. 人間の跳躍動作の観測

フォースプレートを使って人間の跳躍動作における地面反力を測定した。測定結果のグラフを図4に示す。

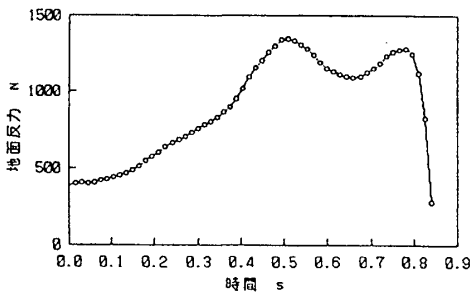


図4 跳躍動作の地面反力

6. まとめ

図1のような関節構造を持つロボットに上向きの加速度を発生させようとした場合、運動方程式からもわかるように角関節の発生するエネルギーを相殺する事が考えられる。今後はこれらを考慮した制御を行う必要があると考えられる。

参考文献

- (1)熊田、菅、金子、本多：DCモータの電流駆動とその脚ロボットへの応用、第10回日本ロボット学会学術講演会予稿集、pp.71-72、(1992)
- (2)美多、大須賀：ロボット制御工学入門、コロナ社(1989)