

アクロボットの振り上げ制御の実験的検討

報告者 14-13 熊地 友美
14-17 佐々木 雅樹
指導教員 木澤 悟

1. 緒 言

近年、人間型や動物型のロボットの研究開発が活発になっている。これらのロボットの多くは劣駆動システムである。劣駆動システムとは、アクチュエータの数が関節の数より少ないロボット等、入力の数一般化座標数より少ないシステムのことで、宇宙ロボットへの応用等に注目されている。このようなロボットは、様々な利点がある。しかし、これらのロボットは完全な線形化が難しいため不安定なシステムが多く、制御が難しいという問題がある。本研究ではアクロボットを製作し、実際に提案した制御アルゴリズムに基づいた手法により、アクロボットの第1リンクを倒立させる制御を行うことを目的とする。

2. 実験装置システム

本実験で使用した実験装置システムの概観をFig.1に示す。アクロボットシステムはDCモータ、振子、エンコーダで構成されている。各関節の角度情報はエンコーダにより、MultiQ-PCI (A/Dコンバータ) を介してパソコンに送られる。またパソコンではMATLAB/Simulink 及びWinCon のプログラムによって制御演算され、演算結果はMultiQ-PCI (D/Aコンバータ) からアンプを介してDCモータへ出力される。これによってDCモータがリンク2を駆動させて、リンク1を振り上げ、真上に倒立させた状態に制御することになる。

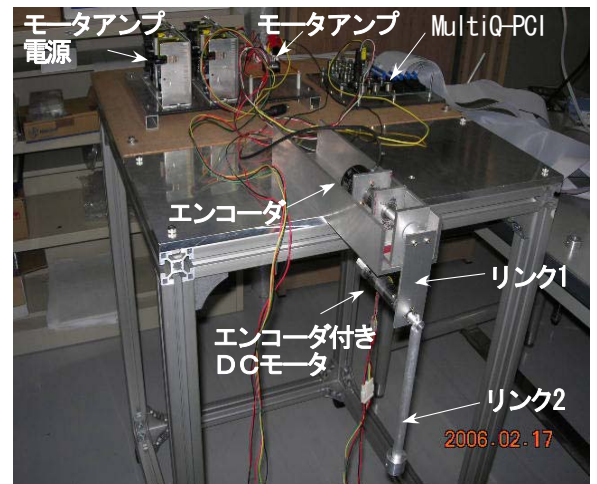


Fig.1 実験装置システム

3. 制御系の設計

本研究ではFig.2に示すように制御領域を振り上げ領域(STEP1)と安定化領域(STEP2)の2つに分割し検討した。STEP1においてPD制御を用いて振り上げ、STEP2ではLQGコントローラによる安定化制御を行った。また、二つの制御の切り替えはリンク1の角度 θ_1 が既定値に達した時とし、この切り替え条件は実験的に調整した。以下に制御アルゴリズムを示す。

STEP1: 振り上げるための制御則は θ_1 を0に漸近させるために、

$$U = -f_1(\theta_1 - 0) - f_2\dot{\theta}_1$$

のPD制御を行った。ここで、 f_1 は振子角度項、 f_2 は角速度項に掛かる比例ゲインである。

本研究では、 $f_1 = 0.6$ 、 $f_2 = 1.8$ とした。

STEP2: 安定化制御に対しては制御系の重み関数などのパラメータを以下のように設定した

$$Q = \text{diag}(21, 10, 6.5, 3) \quad R = (0.01) \quad q = 2 \times 10^3$$

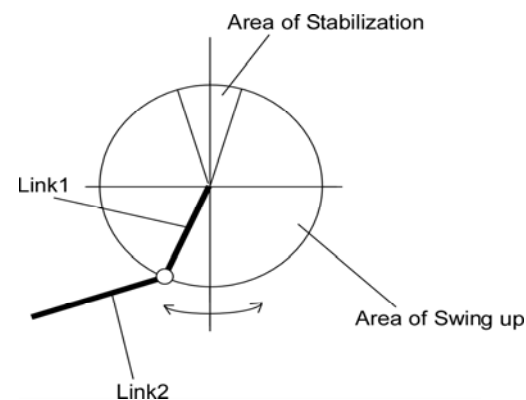


Fig.2 制御領域

4. 実験結果

前述の制御則を用い実験的に切換えポイント等の調整を行った結果、リンク1を倒立させ、安定化制御を行うことに成功した。その時のリンク1の角度応答をFig.3に、入力電圧の時間応答をFig.4に示す。

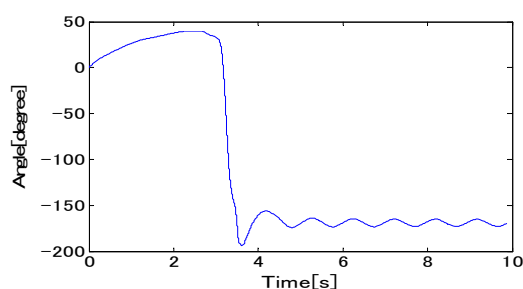


Fig.3 リンク1の角度応答

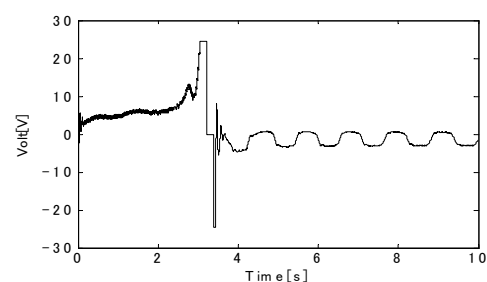


Fig.4 入力電圧の時間応答