

# 回転型 2 リンク倒立振子の安定化制御に関する研究

報告者 機械工学科 19-24 相馬 翼

19-25 高塚 拓海

指導教員 木澤 悟

## 1. 緒言

近年、ロボット技術の進歩に伴い、システムのコストダウンや軽量化、簡易化が求められている。その条件を満たすシステムとして、劣駆動システムが挙げられる。劣駆動システムとは関節の数よりアクチュエータの数が少ないシステムのことであり、近年盛んに研究が行われている。先行研究では、Realtec 社の実験装置を用いて 2 本の振子を倒立させる安定化制御に成功したが、本研究では自主製作した装置を用いて実験を行うことにした。このシステムは 3 つの関節のうち 2 本の振子は受動関節、アームのみが能動関節である。アームには駆動モータが取り付けられており、2 本の振子を倒立させる安定化制御を目的とした。今回挑戦する劣駆動システムを図 1 に示す。図 2 には実際のシステムの概略図を示す。



図 1 回転型 2 リンク倒立振子システム

## 2. 研究内容

初めに先行研究で用いられた装置を参考に実験装置を製作した。次に安定化制御を行うためのコントローラを設計するために回転型 2 リンク倒立振子のモデル化を行った。そしてモデル化したシステムから運動方程式を導出し、倒立状態付近で線形化した状態方程式を求め、最適制御理論を用いたコントローラを設計した。

## 3. 実験結果

設計したコントローラを MATLAB/Simulink でプログラミングし、デジタルコントローラに組み込み、安定化制御実験を行った。フィードバックゲインは、リカッチ方程式における重み関数を試行錯誤的に変えて設定し、応答実験を繰り返したが、2 本の振子の角度が  $0[\text{deg}]$  に収束することはなく、安定化制御の実現には至らなかった。図 3、図 4、図 5 においては、 $10[\text{sec}]$  までは上部振子を手で保持し、その後手を離している。しかしながら、10 秒後に上部振子の角度が大きく発散して安定に 2 本の振子を倒立させることができなかった。このような実験結果から、上部振子の応答性が良い時は下部振子の応答性が悪く、逆に下部振子が良い時は上部振子が悪いなどといったことが分かった。今後は運動方程式やシステムの根本的な見直し、また重み関数の試行錯誤による調整などが必要と思われる。

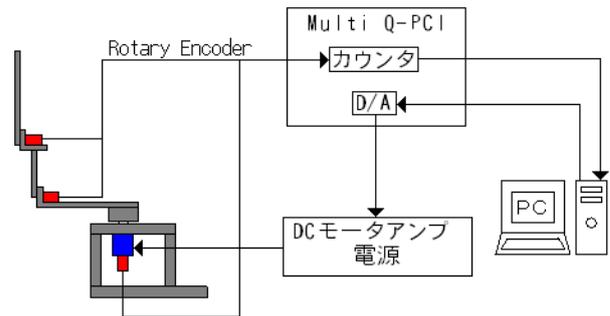


図 2 システムの概略図

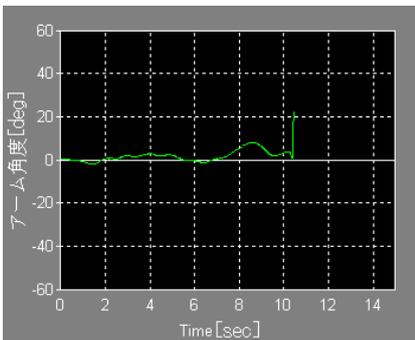


図 3 アーム角度の時間応答

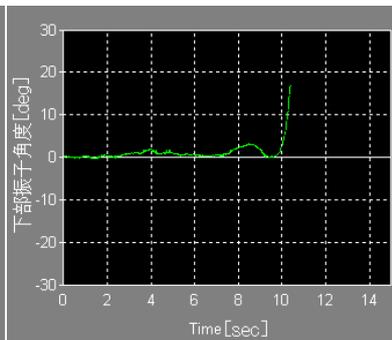


図 4 下部振子角度の時間応答

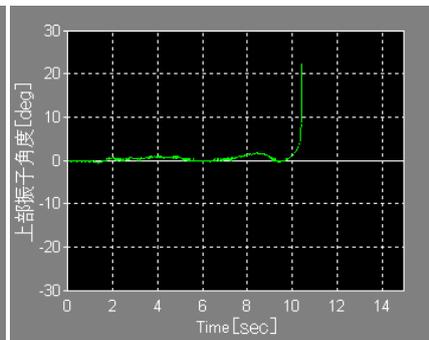


図 5 上部振子角度の時間応答