

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 18-41 吉田 匠
21-184 樋渡 靖弘
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、2つの関節を有した倒立振子に対し、1つの関節だけに駆動モータを取り付け、振子を倒立させる安定化制御に成功したが、本研究ではさらに難易度を上げるため、制御対象として劣駆動システムである回転型 2 リンク倒立振子を選んだ。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り、アームには駆動モータが取り付けられており、2 本の振子を真上状態に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。

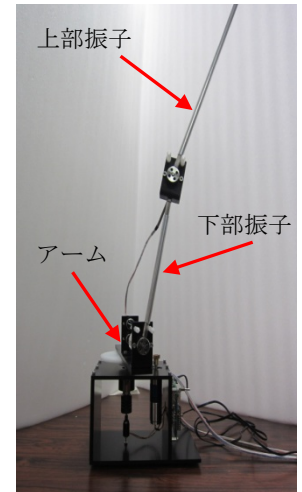


図 1 回転型 2 リンク倒立振子システム

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。次に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、Realtec 社のデジタルコントロールに組み込み、安定化制御実験を行った。なお、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応答実験を見ながら試行錯誤的に変えて設定し、求めた。アーム、上部振子、及び下部振子それぞれの角度の過渡応答のグラフを図 3、図 4、及び図 5 に示す。アームが小刻みに動いているが、アームの角度が $0[\text{deg}]$ に収束しており、安定化がなされていることが分かる。また下部振子、上部振子がともに $0[\text{deg}]$ 近傍で安定していることから振子が倒立状態を維持していることが分かる。今後の課題としては、アームの動きをより滑らかにすること、収束するまでの時間(整定時間)をより短くすることが挙げられる。そのためには、重み関数を試行錯誤してゲインを調節する必要があると思われる。

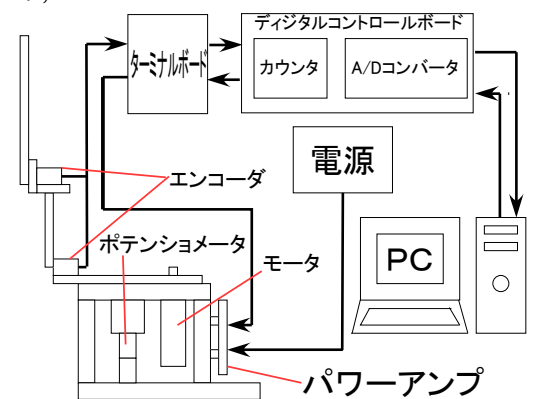


図 2 システムの概略図

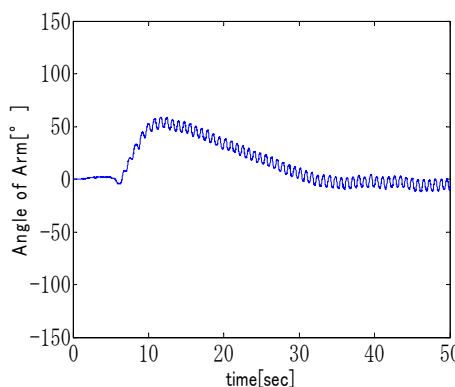


図 3 アームの角度[deg]

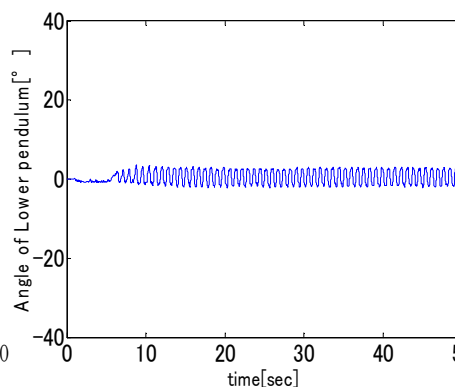


図 4 下部振子の角度[deg]

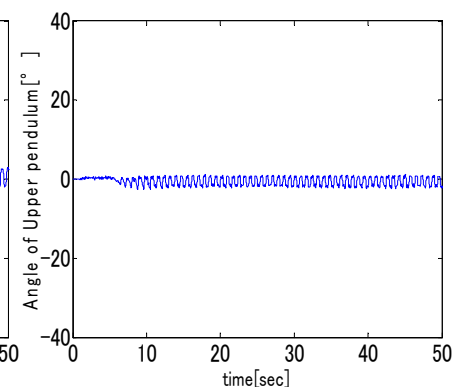


図 5 上部振子の角度[deg]