

回転型並列倒立振子の安定化制御

報告者 機械工学科 17-11 工藤 駿
指導教員 木澤 悟

1. 緒言

モータなどの動力をもたない関節を持つ劣駆動システムの代表である倒立振子は、宇宙用ロボットを主とした様々なロボットに応用できるものとして、よく研究されている。特に、並列型倒立振子においては、1本の倒立振子に比べ、その安定化制御が困難であることが知られており、実機における可制御性が、2本の振子の長さや、質量の比に大きく依存すると言われている。すなわち2本の振子の長さや、重心の位置が適切でない場合は、安定化を実現できるコントローラは存在しない。そこで本研究では、振子の長さや、振子におもりを取り付けて重心を変化させることにより、試行錯誤的に、LQG コントローラを用いた安定化制御について挑戦した。

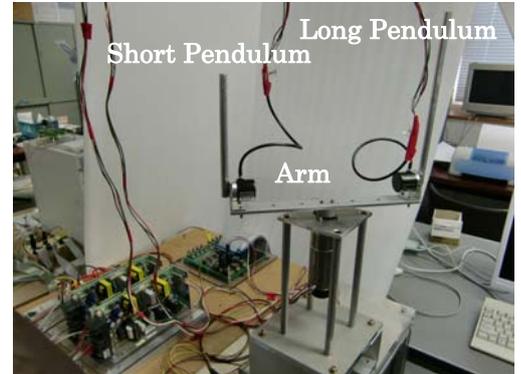


図 1. 回転型並列倒立振子システム

2. 研究内容

はじめに、図 1 に示す回転型並列倒立振子を製作し、安定化制御のためのコントローラを設計するために、システムをモデル化した。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、LQG 制御理論を用いたコントローラの設計を行った。図 2 は、コントローラの設計及び入出系のブロック線図である。次に、振子の仕様及び実験条件は、2つの振子のうち長振子は $l_1=0.286[m]$ 、短振子 $l_2=0.158[m]$ の場合と、 $l_1=0.237[m]$ 、 $l_2=0.158[m]$ について行い、重心の位置を調整するために、中空円形の重りを 5[g]、10[g]、15[g]の3種類を用意した。そしてその各々について倒立実験を行った。

3. 実験結果

実験結果の一例として、 $l_1=0.286[m]$ 、 $l_2=0.158[m]$ の場合における振子角度の時間応答を示す。図 3 は、振子が垂直状態から始まり($\theta_1 = \theta_2 = 0^\circ$)、倒立することなく倒れる挙動を示しており、設計した実験条件では、安定化させることができなかった。更に中空円形の重りを振子に付加して実験を行ったが、安定化制御を実現させることができなかった。今後の課題は、現状の振子は寸法仕様や重りの配置が大雑把であるので、振子の長さや付加質量を細かく設定して安定化実験する必要があると思われる。

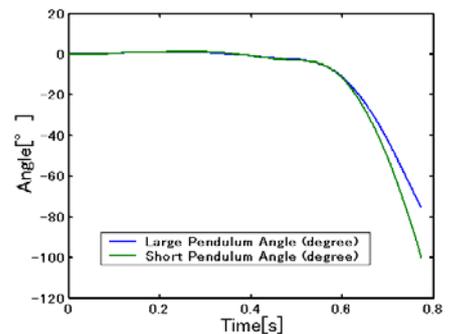


図 3. 振子角度の時間応答

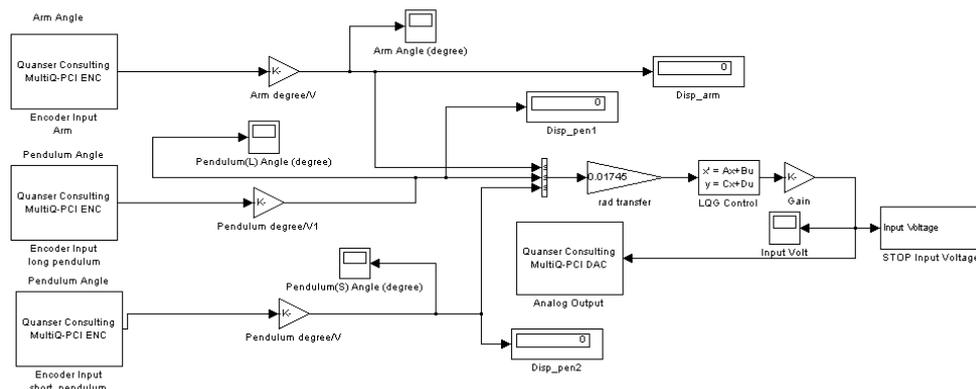


図 2. 制御システムのブロック線図