回転型倒立振子の設計と製作

報告者　１２－４　　大川　泰典
１２－３８　三浦　直哉
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盛んに行われている．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，入力の数が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から注目されている．このようなロボットは，軽量化，コストダウンやシステムの簡易化等の利点がある．しかし，これらのロボットは線形化が難しく不安定なシステムで，制御が難しいという問題がある．劣駆動システムの代表的な例として倒立振子システムなどが挙げられ，制御理論の検証などに用いられる．本研究では回転型倒立振子を製作し，その安定化制御と性能評価を行った．

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．回転型倒立振子はDCモータ，回転型アーム，振子，ポテンショメータ，エンコーダで構成されておりシステムの設計及び製作を行った．各関節のポテンショメータ，エンコーダからの角度情報はMultiQ-PCI（A/Dコンバータ）を介してパソコンに送られる．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モータがアームを回転させ,振子を倒立制御することになる．

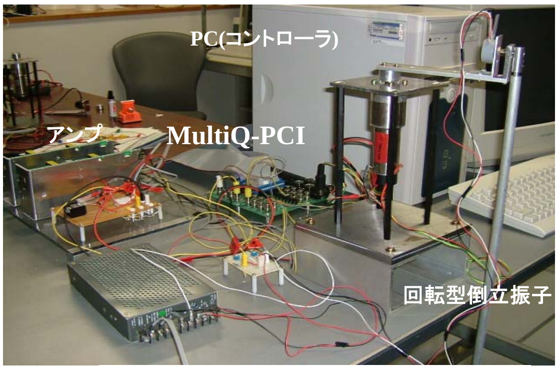

Fig. 1　実験装置システムの概観

3．実験結果

本研究では制御系のコントローラとしてLQGコントローラを設計し，振子の制御を試みた．Fig.2にSimulinkによるLQGコントローラの実装を示す．また性能評価を行うためLQGコントローラの評価関数内の重み係数Q，Rを変化させ，アーム及び振子に対する制御量及びモータに対する操作量に重み付けをして実験を行った．その結果，アームの角度にかかる重みq_1の影響は大きいが，その他の重みを変えてもほとんど変化が見られなかった．これはポテンショメータの軸回りの粘性摩擦係数が大きいことが原因と考えられる．q_1=100程度でアームはほとんど動かずに振子を倒立させることができた．Fig.3にはq_1=1で振子が倒立したときのアーム角と振子角の時間応答を示す．

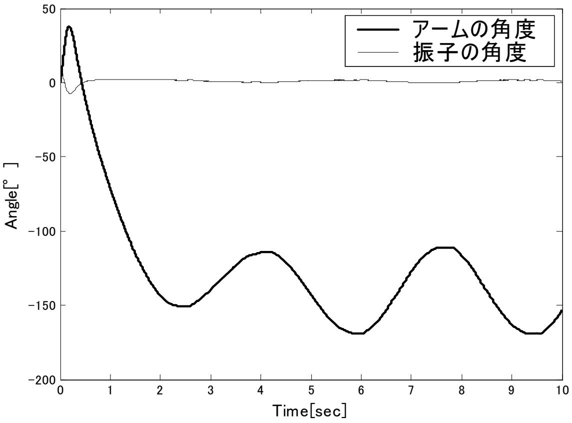

Fig.3　振子角とアーム角の過渡応答

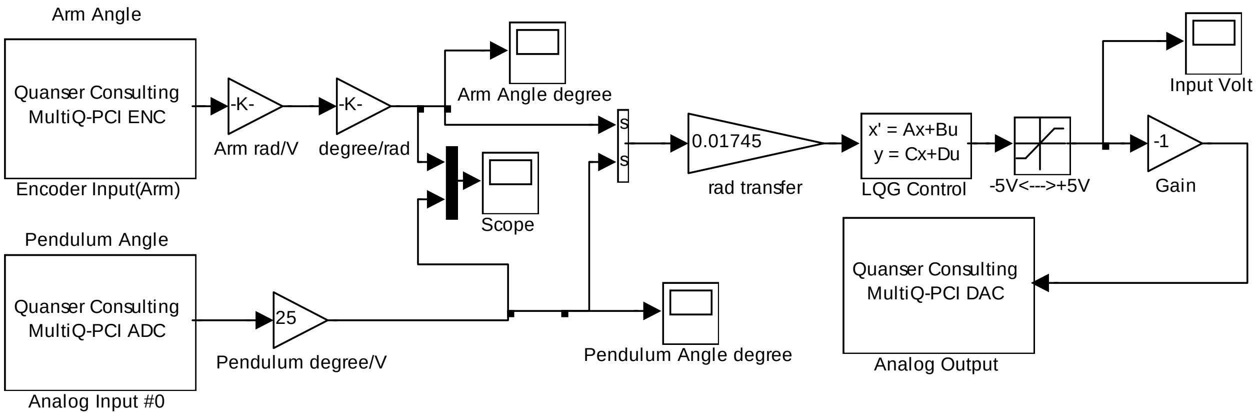

Fig.2　制御システムのブロック線図