

Arduino を用いた Ball&Beam システムの制御

報告者 220113 小松 晃大

指導教員 木澤 悟

1. 緒言

従来の制御システムは、I/O ボードや A/D・D/A コンバータ、DSP ボードや制御用ソフトなど様々なものが必要であり、構成するのに多くの費用が掛かった。しかし、従来の装置と置き換えて使用可能な Arduino マイコンが登場したことにより、制御システムを低コストで構成できるようになった。そして近年、新しく Arduino Due が発表され普及し始めてきた。そこで、Arduino Due が現代制御理論を用いて、制御システムをコントロールできるかどうか検証するために Arduino Due を用いて Ball&Beam システムの制御に応用することを試みた。

2. 実験装置および実験方法

図 1 は、Ball&Beam 装置である。システム全体の構成は、ボール位置をアームに取り付けた赤外線距離計から読み取り、アームの角度を制御する High Power Gear Box からなる。制御目的は、ボールの位置を水平に保つというものである。ボールの位置を水平に保つための制御手法に最適レギュレータ理論を用いた。最適状態フィードバック制御を行うために重み行列 Q, R を設定し、操作量に掛かる重み $R = 10000$ と固定して、

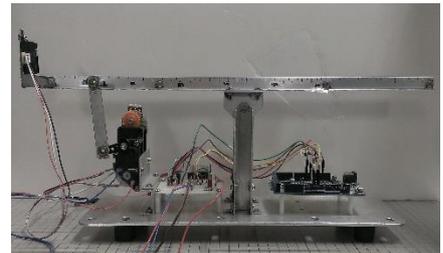


図 1 Ball&Beam 装置

制御量に掛かる重み Q を $Q = [100 \ 20 \ 20 \ 1]$, $Q = [500 \ 20 \ 20 \ 1]$, $Q = [100 \ 20 \ 50 \ 1]$ として、それらの応答の安定性を比較検討した。実験は、アームをほぼ水平状態にして、中心から 10cm の位置にボールを置き、アームの中央にボールが水平に留まっているかを確認した。

3. 研究結果

図 2 に $Q = [100 \ 20 \ 20 \ 1]$ の応答結果を示す。図 3, 4 にそれぞれ $Q = [500 \ 20 \ 20 \ 1]$, $Q = [100 \ 20 \ 50 \ 1]$ の応答結果を示す。図 2 と図 3 を比較すると、図 3 の方がボールをアーム中央に収束するまでの時間が速くなるが、立ち上がりに大きな変動見られた。図 2 と図 4 を比較すると、収束するまでの時間に変化はなかったが、図 4 は大きな変動もなく、ボールを安定してアームの中央に保てたという結果が出た。これらの結果を考慮し、ボールをアーム中央に収束する速度よりもボールを水平に保つ安定性を重視した場合、制御量に掛かる重み $Q = [100 \ 20 \ 50 \ 1]$ の時、安定性が一番良い結果となった。この値を重み行列として最適状態フィードバック制御を行うことで Arduino Due を用いた Ball&Beam 装置のボールの位置決め制御を安定化できた。

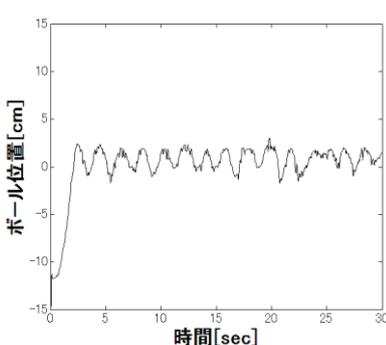


図 2 $Q = [100 \ 20 \ 20 \ 1]$

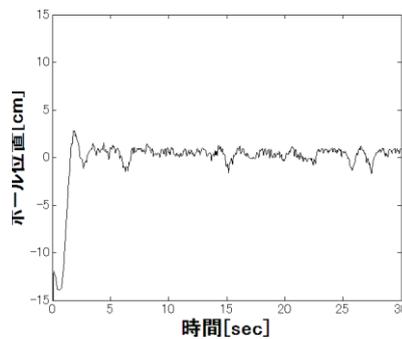


図 3 $Q = [500 \ 20 \ 20 \ 1]$

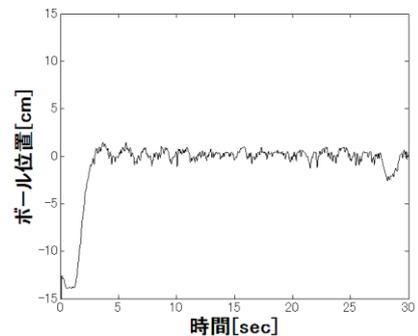


図 4 $Q = [100 \ 20 \ 50 \ 1]$