

ロボットアーム ABOT を用いた柔らかいボールの握り動作実験

永田研究室 E108017 氏名 橋本 幸治

1. 緒言

図1に示す教育用ロボットアーム ABOT には4つの DC モータが組み込まれているものの、腕の上げ下げ、胴の左右へのひねり、エンドエフェクタの回転、およびエンドエフェクタの開閉の ON/OFF 制御しかできない。このため、柔らかいボールの握り動作には直接適用できない。そこで Windows タイマーを使ったモータの PWM (pulse width modulation) 制御によりアームの速度調整ができるようにする。また、小型の AD 変換モジュールと複数のフィルム型感圧センサを使って把持力を感知できるようにする。これにより、エンコーダやサーボモータを搭載していない安価なロボットアームに力フィードバックによる速度指令の制御系を適用できるようになる。この教育用ロボットを用いて、握手やボールを握るといったアミューズメント的な動作が可能になるものと期待される。

2. 研究内容

まず、10 msec のタイマー割り込みを使って各モータの駆動パルス電圧の周期 (100 msec) と ON の時間で生成する出力パルスのデューティ比を 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% のように 6 段階に可変とした。これにより各モータの回転速度も正転と逆転を考慮すると 11 段階で変更できるため、柔らかい動作が行えるようになった。つぎに、小型軽量の突起型とフィルム型の感圧センサについて検討した。その結果、エンドエフェクタへの取り付けの容易さとゴムボールの把持特性を考慮し、フィルム型の感圧センサを用いることとした。小型の AD 変換モジュールを用いてフィルムセンサからのアナログ出力電圧を 8 bit でデジタル化できるようにした。

さて、今回はエンドエフェクタにフィルム型感圧センサを 3 個装着し、ボールを握る握力を一定に保つようなデモソフトの開発に取り組んだ。最も大きな値を出力した感圧センサの値と目標値との誤差に応じて、握る方向と開く方向の開閉速度を変化させるために式(1)のような比例制御の適用が考えられる。

$$\dot{\theta} = K_f (f_d - f_{\max}) \quad (1)$$

ここで、 $\dot{\theta}$ は操作量となるエンドエフェクタの角速度であり、 f_d と f_{\max} はそれぞれ目標の握力と 3 つのセンサで計測された力の最大値である。また、 K_f は力 FB ゲインである。今回の実験システムでは PWM 制御による 11 段階の速度しか利用できないため、力の誤差に応じて 11 とおりの中から操作量を選択し、出力するようにしている。目標の握力を 0.825 N に設定した簡単なボールの握り動作実験により、図2のような良好な制御特性が確認された。

3. 結言

モータの ON/OFF 制御しかできないアーム型ロボットであったが、PWM 制御を用いたアームの速度制御と感圧センサの併用により、ボールを握るといったパフォーマンスをさせることができた。今後は、他の感覚センサを用いることにより、よりアミューズメント的なデモを行うことができるのではないかと考えられる。



Fig. 1 Robot arm with 4-DOF

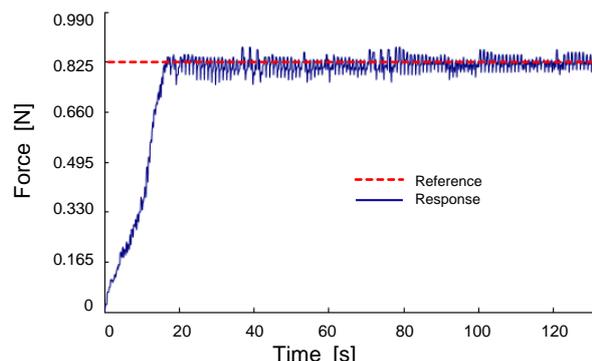


Fig. 2 Response of force control.