電子工作の基礎から制御実習への応用

－ Arduino を用いたロボット制御 －

愛知県立佐織工業高等学校
電子工学科　永坂　勝弘

1 はじめに

マイコンを使った電子工作は、実習の中でも生徒たちが興味、関心を持つテーマのひとつである。複雑な電子回路を製作したり、プログラムを作成することで様々なものを製作したり、複雑な動作を行うことができる。しかし、マイコンに関する電子回路の知識、開発環境やプログラムの書き込み機が必要である。

今回の研究では、イタリア製のマイコンボード Arduino を使った電子工作やいくつかの実例を示しながらマイコンボード Arduino について紹介する。

2 目的

マイコンボード Arduino とブレッドボードを使って、基本的な電子回路の製作、基礎プログラムの作成、マイコン制御の基礎演習とその応用などを簡単な例題を用いて実験を行いながら展開する。さらには、サーボモータ等を使用した、ロボット制御について研究した成果を報告する。

3 Arduino の概要

（１）Arduino Uno ボード

Arduino Uno は、ディジタルＩ／Ｏ端子が１４本あり（０～１３）、ディジタル入出力端子として利用できる。そのうち６本の端子はアナログ出力として設定ができる。また、アナログ入力端子は、６本あり１０ビットでアナログ値が得られる（写真１）。

写真１　Arduino Uno ボード

（２）開発環境の設定

Arduino をパソコンへ接続し、制御プログラムを開発するために、USB デバイスとして動作させるためのドライバやプログラム作成ソフト Arduino IDE をインストールする（図１）。

Arduino IDE では、Arduino のタイプや接続ボードなどの環境設定を行う（図２）。

図１　Arduino 公式サイト

図２　Arduino の開発環境のダウンロード

（３）初期設定

Arduino を使用するために開発環境を起動する。

Arduino のアイコンをダブルクイックするとウインドウが現れる。このウインドウの中にプログラムを書くことになる。

さらには、このウインドウのプログラムを実行するために行うコンパイルやプログラムを書き込むためのボタンやシリアル通信のためのボタンがある（図３）。

（４）プログラムで動作確認

図４のように、プログラムを動かすことで、正しくインストールや初期設定ができているかを確認する。

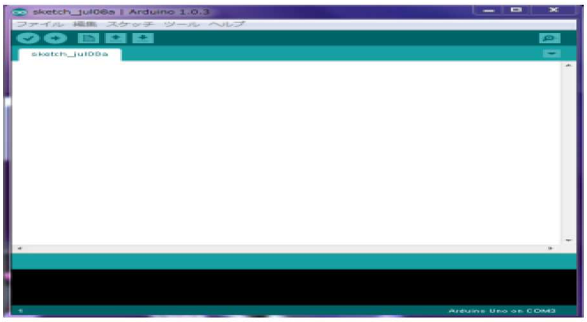

図３　プログラムを作成するウインド

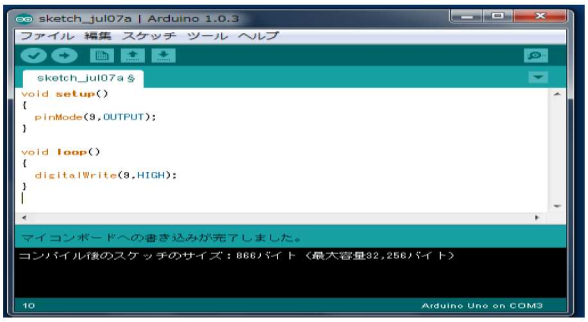

図４　プログラム作成

4　マイコン制御の基礎演習

マイコンボード Arduino とブレッドボードを使って電子制御を行った。Arduino は、LED 点灯させるだけでなくアナログ入力を読み取る方法やモータ、各種のセンサーを使った基本的な制御方法について実験を行った。

（１）ＬＥＤの点灯

Arduino でＬＥＤを点灯させるプログラムを作成した。ＬＥＤを点灯させる回路は、ＬＥＤと抵抗を使い、ディジタル９番ピンを使って点灯したことを確認した（写真２）。

（２）７セグメントＬＥＤ

７セグメントＬＥＤは、電化製品、エレベーターの階数表示などでよく使われている。

本研究では、７セグメントを使って数を表示させ、動作確認することができた（写真３）。

（３）ＤＣモータの制御

モータを回転させるために TA7291P（モータドライバＩＣ）を使ってモータの回転制御を行った。

モータドライバＩＣの５番ピンと６番ピンに与える電圧の組み合わせによって正転・逆転・ストップ・ブレーキの４つの動作を選択することができる。ＤＣモータの回転速度を制御するためにボリュームを取り付け Arduino のアナログ０番ピンにつなぎ、ＤＣモータ制御を行い、動作確認することができた（写真４）。

（４）サーボモータの制御

サーボモータの制御回路は、ＬＥＤの点灯回路と同じである。Arduino でサーボモータを動作さ

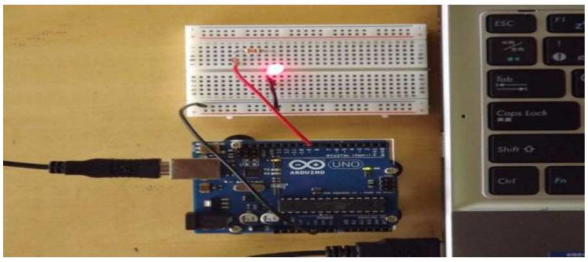

写真２　ＬＥＤ点灯確認

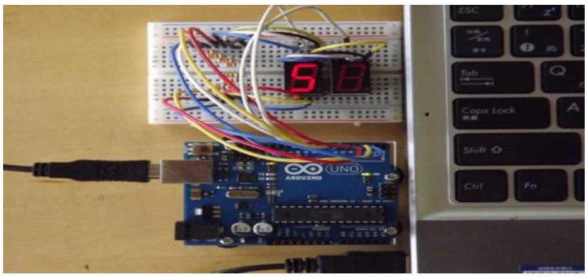

写真３　７セグメントＬＥＤ点灯確認

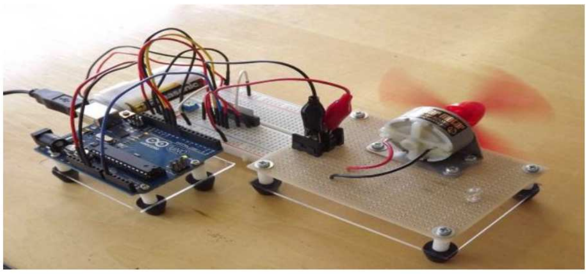

写真４　ＤＣモータ制御

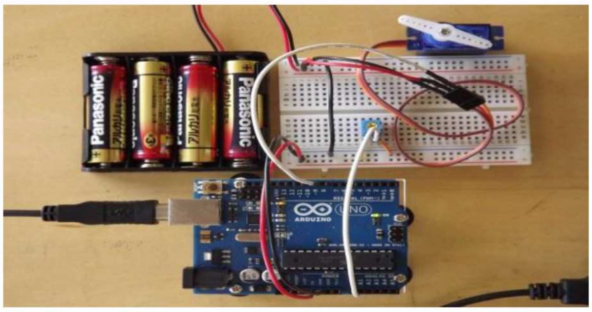

写真５　サーボモータ制御

せるために、Servo ライブラリでプログラムを作成して、動作確認をすることができた（写真５）。

（５）距離の測定

超音波距離センサーを使って距離の測定を行うことにした。超音波による計測は、超音波センサーからトリガー信号を発信したあとパルスで返すモジュールである（写真６）。

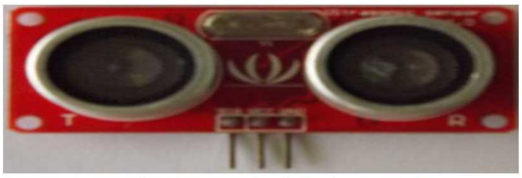

写真６　超音波距離センサー

プログラムを作成し、実際に超音波を用いた距離の測定を行った（写真７）。

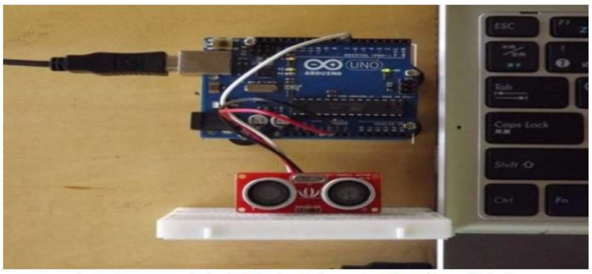

写真７　超音波を用いた距離の測定

Arduino は、パソコンと通信をすることができる。Arduino につないだセンサーなどの値をパソコンに読み込んだり、パソコンから Arduino に命令を与えたり、プログラム中の変数の値をパソコンに送ることができる。

Arduino に標準で備わっている機能のひとつはシリアル通信で、パソコンとＵＳＢで接続してシリアルポートとしても扱うことができることを確認した（図５）。

通信ができると Arduino につないだセンサーなどの値をパソコンに読み込んだり、パソコンから Arduino に指令を与えることができる。

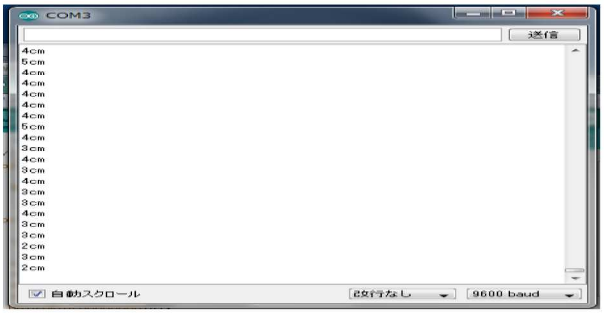

図５　シリアルモニタ

（６）曲げセンサー

写真８で示すこのセンサーは、曲げると抵抗値が変わる曲げセンサーである。抵抗に電流を流すと電圧が生じるが、マイコンのＡＤコンバータ機能を使うと電圧を測定することができるが、これにより曲げセンサーの抵抗値は曲がり具合を測定することができる。指で簡単に曲げることができる柔らかいセンサーである。

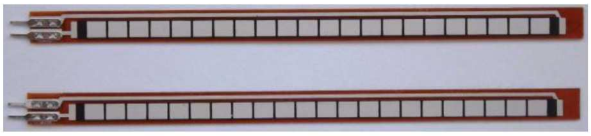

写真８　曲げセンサー

本研究では、指の曲げ具合を曲げセンサーで計り、その抵抗値によって超小型軽量サーボが動作するように考えた（写真９）。

（７）シールドについて

Arduino の特徴のひとつにシールドがある。写真 10 のように Arduino 本体の上に搭載することで機能を拡張したり、ほかの回路と接続できるようになっている。

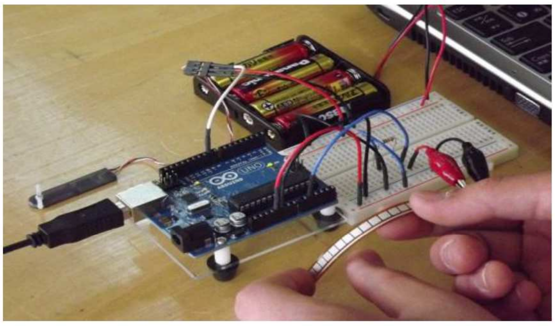

写真９　超小型軽量サーボの制御

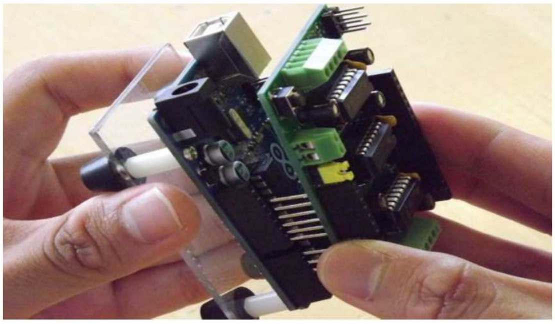

写真 10　Arduino 用のシールド取り付け

5　ロボットハンドの製作

人間協調・共存型ロボットには、人間の使う道具などをそのまま使うことができ、操作による作業も直感的かつ容易に行えるような作業性が求められている。そのためには、人間の手に近い機能とサイズのハンドロボットの開発が必要であり、各指ごとに３自由度の関節を持ち、物体を握り込んだ状態で保持できる５指ロボットハンドの実現、小型化したハンドを目標に試行錯誤した。開発した５指ハンドハードウェアの仕様を写真 11、写真 12 に外観を示す。

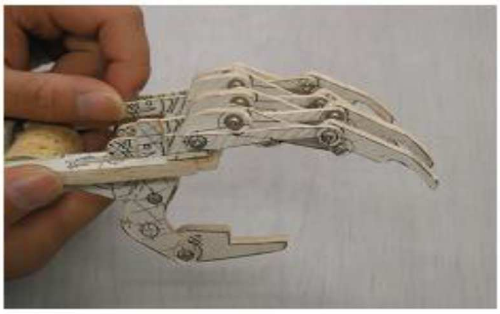

写真 11　試作完成

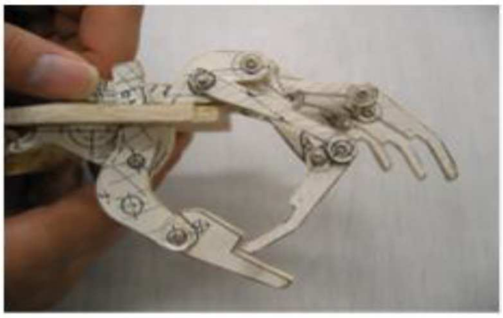

写真 12　動作確認

写真 11 においては、試作が完成したものである。また、写真 12 については、ロボットハンドの左手の人差し指を曲げている様子である。目標にしていた、ある一点を引いたり、押したりする動作により、ロボットハンドの人差し指が、伸びたり・曲がったりするという動作確認ができ、物理的、関節機構的にも理解することができた。

6　超小型軽量サーボ

金属系人工筋肉バイオメタル・ファイバーを駆動源とする全く新しい原理の差動型サーボアクチュエータである（写真 13）。今まで課題にしていたマイコンに接続して制御プログラムで動作ができるように研究を進めた（写真 14）。プログラムを作成して、制御させたが動きが不安定であり、サーボが勝手に動作してしまうことがあった。そこでサーボの安定した回転を目指して、プログラムを改善したことにより安定した小型軽量サーボの回転をさせることができた。

写真 13　超小型軽量サーボ

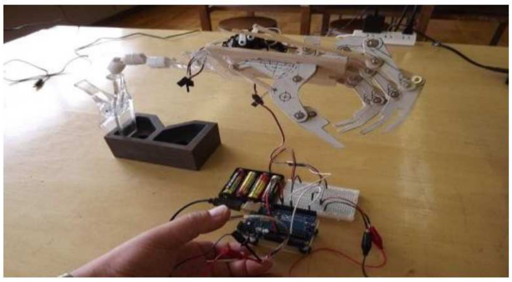

写真 14　動作確認

しかし、前述した小型軽量ハンドロボットへ超小型軽量サーボを取り付け動作実験を行ったが、思ったような動作をさせることができなかった。その理由としては、人間の手の指本数、関節機構、構造的配置がつかみに与える効果や物体への包絡に関係があると推測される。今回のロボットハンドの制御実験から、「はさみ」、「にぎり」、「つまみ」と物体への指包絡が進むにつれ、作業環境への指の対応性が大変難しくなることから、ある程度の大きさのハンドロボットであれば制御が可能になると実感した。

7　おわりに

本研究では、マイコンボード Arduino を利用して、さまざまな実験を重ねてきたが、情報教育と自動制御に必要な基礎的知識が学習できる内容である。また、Arduino に対する知識を習得し、生徒の興味・関心が持てる教材であると感じた。

パソコンに接続すれば初心者でもプログラム制御が容易であり、小型ロボットに搭載可能で安価なマイコンボード Arduino を授業に導入して、展開していきたい。

最後に、このような発表する機会を与えて頂いた愛知県立佐織工業高等学校関係職員及び生徒諸君に、この場を借りて感謝申し上げたい。

8　参考文献

（１）形状記憶合金のはなし　日本規格協会
（２）人間型ロボットのはなし　日刊工業新聞
（３）トキ・コーポレーション株式会社
（４）たのしくできる Arduino 電子工作　著者　牧野浩二　東京電機大学出版局
（５）たのしい電子工作　Arduino で電子工作をはじめよう！　著者　高橋隆雄　秀和システム
（６）Arduino の公式ホームページ　http://www.arduino.cc