

人命救助ロボットの製作

森 温起 鎌田 遥也
福本 祥平 高橋 直樹

1 研究概要

今回私たちは東日本大震災をはじめとする地震や台風、津波などの災害時に活躍する人命救助ロボットの瓦礫撤去ロボットの仕組みを理解するために無線で動作する小型ロボットを製作することにしました。そして、この課題研究をとおして3年間学んできたソフトウェアとハードウェア技術の知識をもとに3Dプリンタや様々な工作機械で部品を作り、ロボットの製作をしさらに理解を深めたいと考えた。

2 研究の具体的内容

今回製作した人命救助ロボットはPS3コントローラとBluetoothで接続し、無線で操作出来るようにした。図3の左右のアナログスティックのX,Y軸の変化量でサーボモータが動作する角度が変化する。また、十字キーで前後左右にロボットが進むようになっている。

(1) 構造

このロボットはBluetoothモジュールと接続されたPS3コントローラ(図3)から無線で信号がArduinoに送られる。入力された信号は図1のブロック図に示すように、モータを回転させるにはデジタルピンの8,7,6,5番ピンからデジタル信号を出力し、アームを動かす為には、サーボモータを回転させるため4,3,2番からパルス波形が出力される。



図1 構造

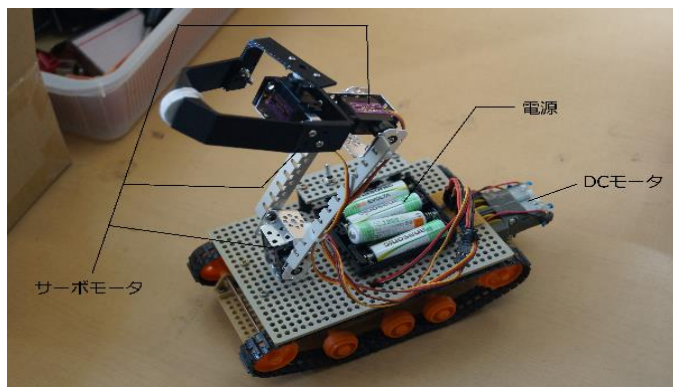


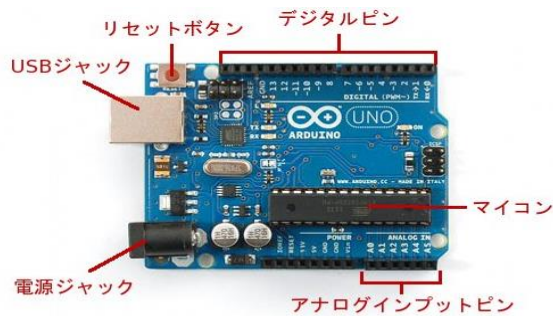
図2 構造2 (電源とアーム部)



図3 PS3コントローラ

(2) Arduino とは

ArduinoはAVRマイコン(ATMEL社がリリースしているマイクロコントローラ)で、I/Oポートを備えたポートでありC言語風のスケッチによる統合開発環境である。初心者でも簡単に扱えるマイコンボードであり様々な情報がインターネットや書籍に記載されている。Arduinoの制御では、BluetoothモジュールやMP3 Player シールド Ardumoto シールド、超音波距離センサなどの多様なセンサが容易に扱え、プログラムも様々なライブラリが用意され簡単なプログラムでモータを動かしたり音楽を聴いたりすることが可能となっている。



出典:<http://ideahack.me/what-is-arduino/>

図4 Arduino Uno

(3)サーボモータと DC モータの制御について
 私たちはまず Arduino でのプログラミングでサーボモータと DC モータを制御する方法と原理を理解するためにブレッドボードに配線をし、動作させそれぞれの端子の役割を理解した。最初は一番の基本である LED を点滅させるプログラムを作成するところから始め、その後モータの動作実験を行った。モータを制御するために必要な IC (図5) は左から 1・2 番ピンが入力端子、3・5 番ピンが出力端子、4 番ピンが GND、6・7 番ピンが電源端子である。この 1・2 番に Arduino から digitalWrite の命令文を用いて入力信号を与えることでモータが正転・逆転するのである。サーボモータは Arduino にもともとあるスケッチ(プログラム)を利用し、そこから回転させる角度を変え、delay()関数を利用し速度調整をするなどをして学習した。サーボモータには(図6)に示すようにパルスの幅により回転角度が制御される信号が出力される。



図5 東芝バイポーラ形リニア集積回路

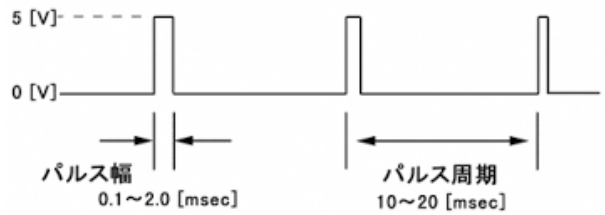
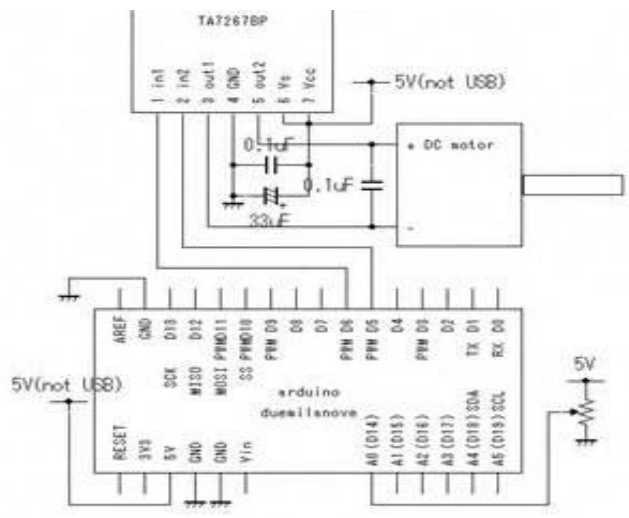


図6 サーボモータのパルス信号

(4) コントローラの接続

今回製作するロボットを Bluetooth で操作するために PS3 コントローラを用いた。Arduino に各種 USB デバイスを接続することができる USB ホストシールド(図7)を使用した。Arduino とコントローラを接続するために Bluetooth USB アダプタをシールドに差し込み、双方の MAC アドレスを合わせ、Arduino にプログラミングすることで無線での操作を実現した。



モータの回路図



図7 USB ホストシールドと Bluetooth アダプタ

(5) 製作

ア. ギヤボックスと DC モータで駆動部の製作
 今回の人命救助ロボットは被災地などの荒れた路面で活躍するためタイヤではなくキャタピラを採用した。キャタピラを使用する最大のメリットは走行の安定感である。図8のようにベルトが地面と接地している面積が広く、しっかりとロボットを支えてくれ、さらに接地面

積にかかる重量が少ないため軟弱地盤でも走行が可能になるのである。ブルドーザやパワーシャベルなどの建築機械にキャタピラが多く使われているのはこのためである。キャタピラでの旋回には片側のモータを前進、もう片側を後進または停止させる必要があるため、駆動部にはタミヤのツインモーターギヤボックスを用いた。また、モータに $0.01\mu\text{F}$ のコンデンサを2つはんだ付けすることにより、モータのノイズ（誤動作）を防止する効果がある。このモータとギヤボックスを組み合わせて本体の後方に取り付け、図5のICを別の基盤に配線し入力信号ピンをモータにはんだ付けをして駆動部の完成である（図9）。

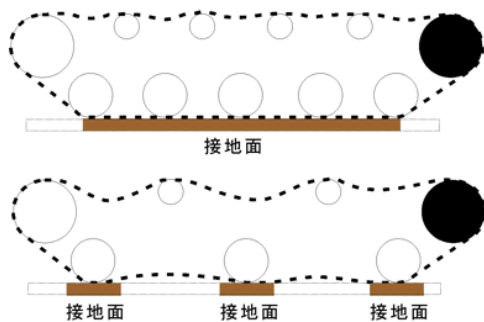


図8 ベルトと地面との接地面の大きさ

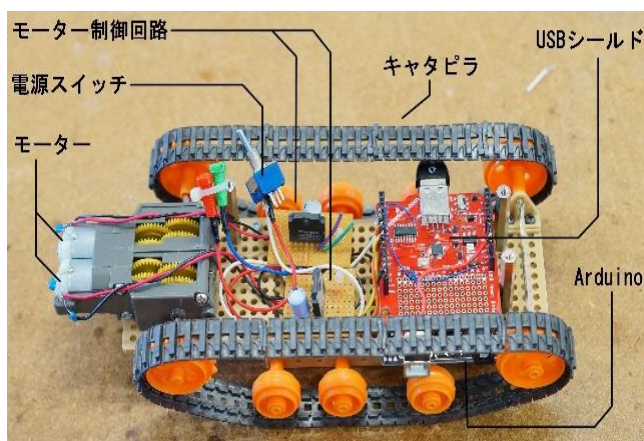


図9 駆動部の完成図

イ. アーム部の製作

アームの製作には質量をなるべく軽くするためにマイクロサーボモータを使用した。取り付けたところは人間でいう肩の部位と手首の部位にあたる場所に1つずつと、対象物をつかむ部分に1つの計3つのサーボモータを使用した。肩と

手首をつなげるものには学校にあった部品を加工し使ったが対象物をつかむ部分のパーツは3DCADを用いて設計し、3Dプリンタで製作した。マイクロサーボモータはあまり大きな質量の物体を持ち上げることはできないため、アーム部分に使う一つ一つのパーツをどれだけ総質量を軽くできるかを、班員で考え相談し何度も試作を繰り返した。アームがかみ合わなかったりパーツが重すぎてサーボが動かなかったりと様々な問題をクリアした。また、つかんだ物体が落ちないようにアームの先にクッション材を取り付けた。

ウ. 本体の完成

まず各パーツの中で最も質量のあるアーム部を前、ギヤボックスを後ろにし、真ん中にモータを制御する基盤や、Arduinoを設置できる十分なスペースが確保でき、かつ前後のバランスがとれるようにした。また、上にはArduinoやDCモータ、サーボモータの電源となる電池ボックスとモバイルバッテリーを取り付け、そこから電源を配線しやすいように配置を考えた。

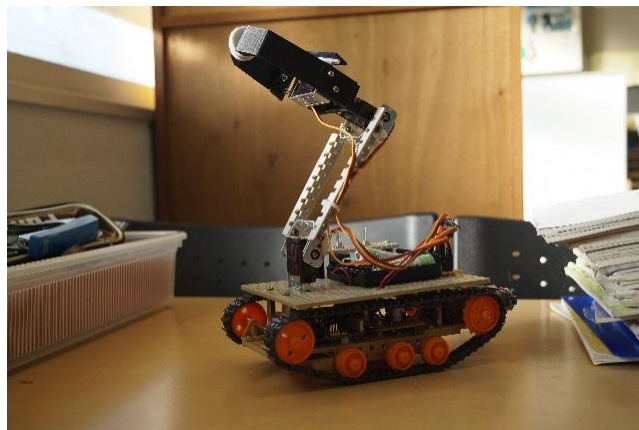


図10 全体完成図

(6) プログラム

Arduinoのプログラムとしてスケッチを利用した。スケッチにはサーボモータやコントローラを制御するために様々なヘッダファイルがあり今回はそれらのファイルを活用してプログラムを作成した。以下にプログラムの例を示す。

ア. プログラムの設定について

```
#include <Servo.h> //サーボ制御用のヘッダファイルを取り込む
```

```
#include <PS3BT.h> //Bluetooth 接続するヘッダ
                        ファイルを取り込む
#include <usbhub.h> // USB を接続するヘッダ
                        ファイルを取り込む

USB Usb;
BTD Btd(&Usb);
PS3BT PS3(&Btd);
Servo servo1; //サーボオブジェクトの作成
Servo servo2; //
Servo servo3; //
int servo_angle=0; //サーボを初期位置に設定
```

イ. モータのプログラム説明

```
Usb.Task();
if(PS3.getButtonPress(UP)){ //図 3 の上 が押され
    digitalWrite(6,HIGH); たとき前進させる
    digitalWrite(8,HIGH);
} else if(PS3.getButtonPress(RIGHT)){ //右 が押
    digitalWrite(6,HIGH); されたとき右折
    digitalWrite(5,HIGH);
} else if(PS3.getButtonPress(LEFT)){ //左 が押さ
    digitalWrite(8,HIGH); れたとき左折
    digitalWrite(7,HIGH);
} else if(PS3.getButtonPress(DOWN)){ //下 が押
    digitalWrite(7,HIGH); されたとき後進
    digitalWrite(5,HIGH);
} else { //それ以外の時 LOW を
    digitalWrite(6,LOW); 出力する
    digitalWrite(5,LOW);
    digitalWrite(8,LOW);
    digitalWrite(7,LOW);
}
```

ウ. アーム部のプログラム説明

```
servo_angle = PS3.getAnalogHat(RightHatX);
servo_angle = map(servo_angle , 0 , 255 , 0 ,
                  120);

servo1.write(servo_angle);
```

この3行のプログラムにより右アナログスティックの X 軸方向への移動範囲によってサーボモ

ータが動く幅が変化する。サーボモータを動作させる。

3 研究のまとめ

今回の課題研究では人命救助ロボットを製作し災害派遣用ロボットの理解を深めることができたのと同時に、改めてモノづくりの難しさと楽しさを感じる事ができた。研究を始めた当初はこれまで学習してきたこと以外ほとんど何もわからない状態で、学校や県の図書館で本を何冊も借り、ネットで様々な情報を集めながら何度も実験を重ねていきながら理解を深めた。実験では失敗することも多くあったが、そこから何がいけなかったのかを調べ、改良をしていくごとに新しいことを学べ、作業している間は時間が一瞬で過ぎていくように感じた。今回制作することができたロボットは本体も小さくあまり重たいものや大きいものは持ち上げられないが、はんだ付けや配線、無線通信などのハードウェア技術、マイクロコンピュータへプログラミングをしたソフトウェア技術を用いたので、今まで学習してきた情報技術をフル活用できて本当に3年間の集大成となる研究ができた。課題研究で学んだことを就職後に生かし世の中に役立ち、多くの人に使ってもらえるようなモノづくりをしたい。

参考文献

Arduino の基礎入門

<http://deviceplus.jp/hobby/arduino-listicle-01/>

Arduino とは何か

<http://www.japanese-makers.com/archives/656/>