

Raspberry Pi を使ったレスキューロボットの製作

青山晟士 池本 凌
上井悠陽 山脇宏太

1. 研究概要

実習の応用編として、Raspberry Pi を使用しスマートフォンの画面から車体を制御することで、Raspberry Pi についての理解を深めるとともにプログラミング能力を向上させる。また、レスキューロボットの製作を通して、今の日本に必要なものづくり技術について学習する。

2. 研究の具体的内容

(1) レスキューロボットについて

レスキューロボットとは、地震などの災害時に人が入っていけないようながれきの中で、要救助者を見つけることを主な目的として設計されたロボットのことである。

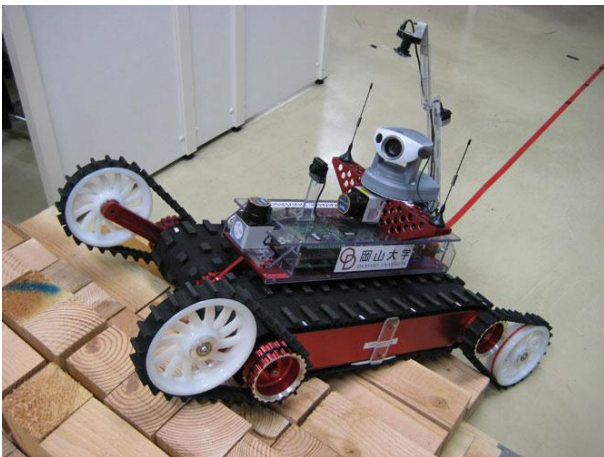


図1 レスキューロボット

上に示す図1は、岡山大学の学生が製作したレスキューロボットである。レスキューロボットは、車輪にキャタピラを使用しているものが多い。キャタピラは、普通のタイヤと比べて転倒の可能性が低く、安定して走行することができる。また、レスキューロボットは要救助者を発見するためにカメラを搭載し

ている。カメラを搭載することで、遠隔地からの操作が可能となる。このことから、今回私たちが製作するレスキューロボットは、車輪にキャタピラを使用し、カメラを搭載することにした。

(2) Raspberry Pi について

Raspberry Pi とは、ARM プロセッサを搭載したシングルボードコンピュータである。今回は最新モデルである Raspberry Pi 3 Model B を使用する。



図2 Raspberry Pi 3 Model B

Raspberry Pi 3 Model B は、Raspberry Pi の中で最も高スペックなモデルである。従来の機種と互換性を保ちながらも、CPU の性能が大幅に向上され、今まで Raspberry Pi では難しかった高度な処理も可能になった。例えば、今まで Wi-Fi でネットワークに接続するには USB の Wi-Fi アダプタを使用していたが、Raspberry Pi 3 Model B は Wi-Fi (無線 LAN) 機能が内蔵されており、Raspberry Pi 本体だけでネットワークに接続できるようになった。今回私たちはこの機能を使用して、レスキューロボットを制御する。

(3) ロボットの概要



図3 レスキューロボットのブロック図
今回は Wi-Fi を使用してスマートフォンから遠隔操作できるようにする。使用する主な部品は、上の図3のように接続する。

(4) 使用部品

表1 使用部品名と数量

部品名	数量
レスキュークローラー工作セット (タミヤ)	1
Raspberry Pi 3 Model B	1
スマートフォン	1
MiniS RB303c 小型 RC サーボ	1
Raspberry Pi カメラモジュール V2	1
TA8050P (TOSHIBA)	2
モバイルバッテリー	2
コンデンサ (22 μ F)	2
基盤	1
スイッチ	1
ベニヤ板	適量
アルミ板	適量

(5) ハードウェア製作

まずレスキュークローラー工作セット (タミヤ) を組み立て、付属の有線コントローラで車体が動作することを確認した。しかし、

キャタピラの前輪の可動範囲が狭いため、サーボモータを車体に搭載し、その力を使って可動範囲を広げることにした。

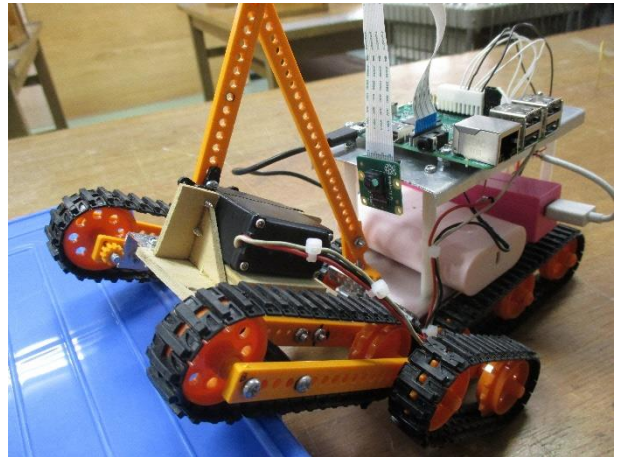


図4 車体に搭載したサーボモータ

・サーボモータの制御

今回使用しているのは、MiniS RB303c というサーボモータである。その力はトルク:5.2kg-cm であり、十分キャタピラの前輪を持ち上げることができる。また、RC サーボモータは、一定間隔でパルス信号を送ることにより制御する。パルス周期は 15ms 程であり、その中でパルス幅を 1.0ms~2.1ms の間で変化させることで、モータの位置を指定することができる。

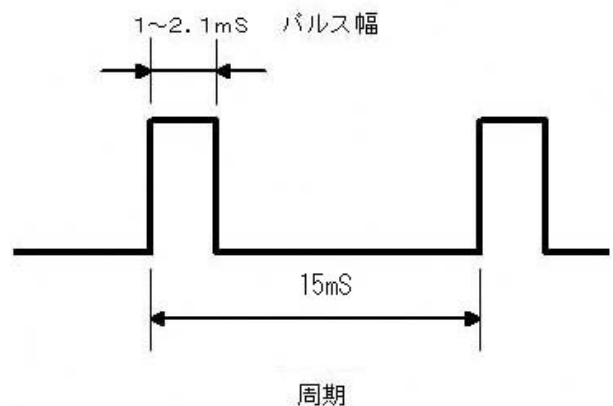


図5 RC サーボモータのパルス

パルス幅が約 1.0ms-----→左方向

パルス幅が約 1.5ms-----→中央位置

パルス幅が約 2.0ms-----→右方向

・駆動用モータの制御

Raspberry Pi によりモータを制御するためモータ制御回路を製作した。

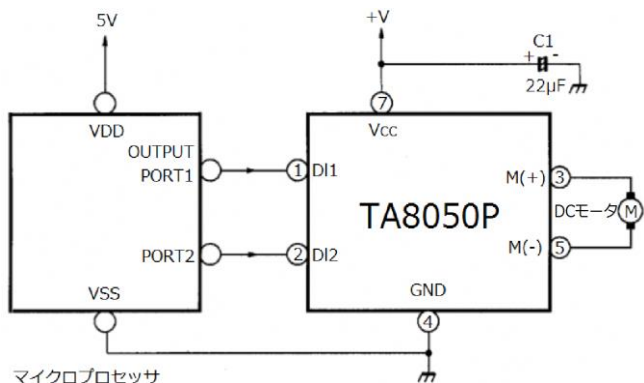


図6 モータ制御回路の配線図

今回は、TA8050P というモータドライバ IC を使用し、上の図6のようにモータドライバ IC を使ったモータを制御する基板を製作した。入力信号と出力信号は、以下の真理値表のように対応させている。2ビットの組み合わせで、モータの正転・逆転が決まる。

表2 真理値表

入力		出力	
D11	D12	M(+)	M(-)
H	H	ストップ	
L	H	逆転	
H	L	正転	
L	L	ブレーキ	

駆動用モータは2つ使用しており、もう1つも同様に制御を行う。

(6) ソフトウェア制作

今回 Raspberry Pi から車体を制御するにあたり、OS は Rasbian を使用し、JavaScript・Python を使ったプログラムで車体を制御する。制作するプログラムは、キャタピラ動作、サーボモータの制御、カメラの制御の3つである。

・キャタピラ動作

以下のプログラムは、キャタピラの動作を行うためのものである

```

$('#forward').bind(BUTTON_DOWN,
    function(event) {
        if(direction == "STOP") {
            $(this).addClass('ledon');
            change_direction('FOWARD');
        }
    }).bind(BUTTON_UP, function(event) {
        $(this).removeClass('ledon');
        change_direction('STOP');
    });

```

このプログラムは、右車輪ボタンが押されたときに、change_direction('FOWARD');という関数を呼び出し、右車輪ボタンが離されるとchange_direction('STOP');という関数を呼び出し、右車輪を動かしたり止めたりする。左車輪も同じような処理を行う。また、スマートフォンから車体を制御するために HTML でコントロール画面を製作した。



図7 スマートフォンの操作画面

図7の中央に配置されている4つの矢印のボタンは、右車輪と左車輪を前進・後進させるためのものである。車体のスピードは画面下の右矢印と左矢印で調節できるだけでなく、「スピード」と書かれたスライダーを動かすと、スピードを調節できるように工夫した。

・カメラの制御

画面上半分にはカメラモジュールで撮影した映像をリアルタイムで見ることができる。今回スマートフォンに映像を映すために、ストリーミングサーバである MJPG-streamer を使用した。ストリーミングサーバとは、ネットワークを通じて映像などのマルチメディアファイルの配信を行うサーバのことである。そして、MJPG-streamer を使用するために以下のコマンドを使用した。

```
LD_LIBRARY_PATH=/usr/local/lib
mjpg_streamer ¥
-i "input_uvc.so -f 30 -r 640x480 -d
/dev/video0 -y" ¥
-o "output_http.so -w /usr/local/www
-p 8081"
```

このコマンドを実行し、サーバにカメラで撮影した画像をアップする。そして、サーバにアップされた画像を JavaScript を使いスマートフォンの画面に表示する。

(7) 完成品



図8 レスキューロボット

今回の課題研究は、スマートフォンからレス

キューロボットを制御することが最終目標であったが、まだ達成できていない。しかし、モータは正常に動作しているので走行することができ、カメラの制御もパソコンでならできている。このように個々の機能は動作しているが、プログラムが原因でスマートフォンから制御を行うことができていない。

3. 研究のまとめ

当初は、岡工祭までに Raspberry Pi で車体を制御して走行させ、サーボモータとカメラも動かすようにする予定であったが、様々なトラブルや作業の遅れによって、課題研究発表会ギリギリまで作業を行うことになった。例えばモータ制御回路製作では、車体のスペースが限られているため、小さく作り直したり、はんだ付けが不十分でモータが上手く動作しなかったりした。ものづくりを行う上で、丁寧に作業をしたり、課題に対して様々な角度から考察し、どうしたらよりよいものを作ることができるのかを考える力は大切であることを今回の課題研究を通して学んだ。また、この研究を通して Raspberry Pi とレスキューロボットへの理解を深めることができた。今回私たちが製作したレスキューロボットは、大きさや機能も本物のレスキューロボットには遠く及ばないが、このようなロボットの研究をより深く進めていくことで、今以上に災害時の人命救助率が上がると思われる。レスキューロボットのような、人々の生活を支えるものづくりを今後も研究していきたい。

参考文献

「名刺サイズの魔法のパソコン ラズベリー
ー・パイで遊ぼう！」
著者 林 和孝