

四足歩行ロボットの製作と制御

武縄滉大 平井優成

1. まえがき

私たちは課題研究で製作するものが決まらず悩んでいたところ、四足歩行ロボットの動画を見つけ、ロボットを自作したいと思った。そこで、四足歩行ロボットの製作と制御に取り組むことにした。

2. 原理

(1) 四足歩行

今回製作したロボットの動作は、少しずつ前進するというものである。この動作をさせるためにプログラムでは、右前足と左後足を上げて前に移動させ、同時に左前足と右後足を後ろに移動させ、次に左右反対で同じ動作をさせて繰り返している。

(2) 駆動モーター

今回はサーボモーターを使用する。一般的なサーボモーターといえば「フィードバック制御可能なモーター」を指すことが多いが、ここで扱うサーボモーターはラジコン模型などに用いられる「PWM で軸の回転角度(0~180 度)を制御できるアクチュエータ」を指す。その内部にはギア付きモーターと軸の角度によって抵抗値が変わる角度センサーの一つであるポテンションメーターが搭載されており、この組み合わせによってフィードバック制御が行われている。

(3) サーボモーターの制御

サーボモータードライバとは、専用の IC によって精度の高いパルス波を出力できるようになっており、プログラムの動作などの影響を受

けないようにするものである。また、サーボモーター用の電源端子を搭載しており専用の電池などの電源を接続しておくことで各サーボモーターに電源が供給できるようになっている。今回使った AE-PCA9685 は、16 個のサーボモーターの制御ができる。

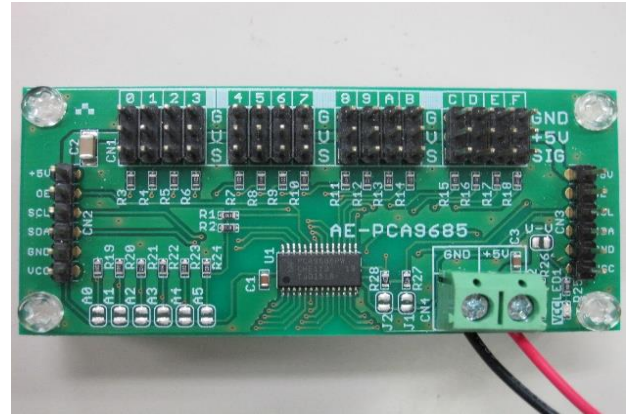


図1 サーボモータードライバ

3. 研究内容

四足歩行ロボットを動かすためには、私たちがこれから動作させていくロボット、そしてプログラムが必要になる。そこで、私たちはそれぞれ役割を分担し、制御担当と製作担当で作業を行った。

(1) ロボット本体の設計

ロボットの製作には下記の材料を使って組み立てを進めた。

○使用材料

- ・サーボモーター× 8
- ・サーボモータードライバ (AE-PCA9685)
- ・ArduinoUNO
- ・ネジ× 2 4
- ・ナット× 1 6
- ・単四電池× 4
- ・3D プリンターにより出力したパーツ

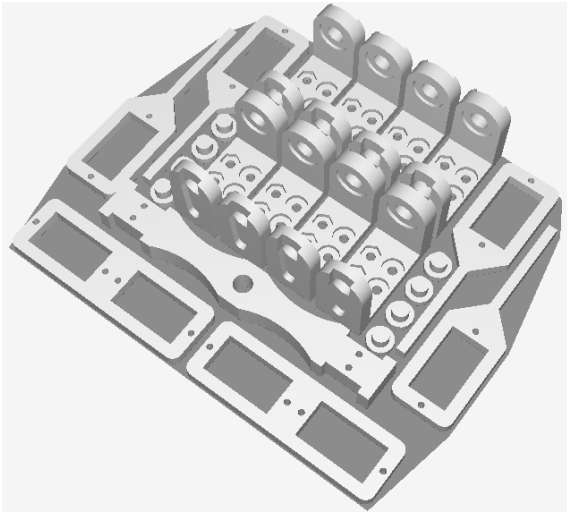


図2 3Dプリンター

まずは、サーボモーターなどのプログラムで動作させる部品を固定するためのものを作ろうと思った。3Dプリンターを使用し、参考にしたロボットのパーツを出力した。出力したロボットのパーツにネジとナットを使用し、足と関節部分の部品を組み立てて、そこにサーボモーターを取り付けて形にする。ロボットに必要な個数分作成したらそれぞれ一つの形にするために組み立て、完成させた。

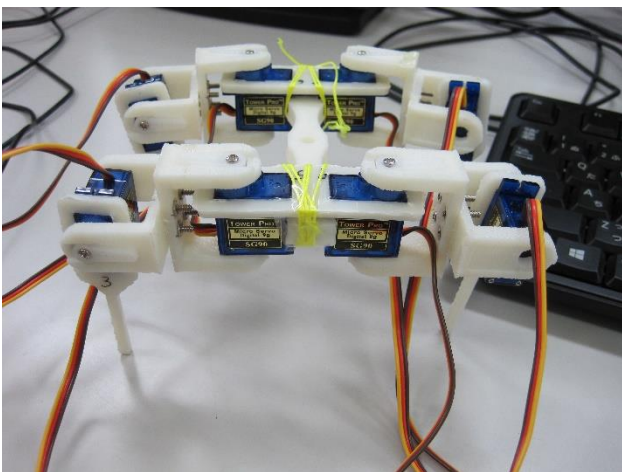


図3 四足歩行ロボット

(2) ロボットの制御

次に、四足歩行ロボットを動かすために Arduino という基板とその専用アプリを使用してプログラムを作成した。私たちは、実習の時間に Arduino というものに触れてはいたものの、プログラムの作り方にはあまり慣れていなかった。そこでプログラムは四足歩行ロボットの動画を挙げている人のプログラムを参考にし、作業を行った。図4のプログラムでは、プログラムの柱となる最低パルス幅と最大パルス幅を設定した。私達の四足歩行ロボットでは足と関節部分を動かすため、サーボモーターを8つ使用している。動作させるときにそれぞれモーターの角度を設定しておかないと、プログラムを出力した時にロボットのバランスが崩れてしまうため、一つ一つに初期角度を設定した。図5のプログラムは、それぞれのサーボモーターの初期角度から動く角度を設定した。サーボモータードライバを通してプログラムを出力するためそれぞれのチャンネルにつなげるプログラムの設定をした。

```
#include <Wire.h>
#include <PCA9685.h>

PCA9685 pwm = PCA9685(0x40);
PCA9685 pwm2 = PCA9685(0x41);

#define SERVOMIN 150
#define SERVOMAX 600

void setup() {
  pwm.begin();
  pwm.setPWMFreq(60);
  pwm2.begin();
  pwm2.setPWMFreq(60);

  servo_write(0,170);
  servo_write(1,170);
  servo_write(2,10);
  servo_write(3,10);
  servo_write(4,90);
  servo_write(5,90);
  servo_write(6,90);
  servo_write(7,90);
  delay(500);
}

int n=90,m=90,dir_n=0,dir_m=0;

void loop() {
```

図4 プログラム1

```

servo_write(0,170);
servo_write(3,30);
delay(50);
servo_write(4,90);
servo_write(5,110);
servo_write(6,70);
servo_write(7,90);
delay(50);
servo_write(0,150);
servo_write(3,10);
delay(500);

servo_write(1,170);
servo_write(2,30);
delay(50);
servo_write(4,110);
servo_write(5,90);
servo_write(6,90);
servo_write(7,70);
delay(50);
servo_write(1,150);
servo_write(2,10);
delay(500);

}

void servo_write(int ch, int ang){
  ang = map(ang, 0,180, SERVOMIN, SERVOMAX);
  pwm.setPWM(ch, 0, ang);
  pwm2.setPWM(ch, 0, ang);
  //delay(1);
}

```

図5 プログラム2

設定したプログラムをサーボモータードライバと図6のArduinoUNOを使用してパソコンからプログラムを出力し、試しに動かしてみたところ、無事に動作してくれることが分かった。



図6 ArduinoUNO

4. まとめ

今回の課題研究で電子工作班として、四足歩行ロボットを作るにあたりとても時間がかかってしまった。理由としてはプログラムの組み立てにおいて理解が浅かったことが大きな原因だったと思う。先生に助言をいただいたり、参考にしたプログラムを色々と変更し試行錯誤しつつなんとかロボットを動作させることができ完成に至った。トラブルもあったが、とても有意義な課題研究にすることができたと思った。

5. あとがき

今回の課題研究ではプログラム制作と3Dモデルの製作・加工の二つの作業に分けそれぞれで作業したものを最後に組み合わせるという形をとった。予想より製作が捗らなかったため完成が遅れてしまうなどの反省点が多く見つかった。今回の課題研究より学んだことを教訓にこれからの社会生活に活かしていきたいと思う。

6. 参考文献

<https://www.thingiverse.com/thing:38159>
https://www.youtube.com/watch?v=cc8TbQ6IeNk&feature=emb_logo