

チューブ容器からワサビ を出すロボットの開発

愛媛県立松山南高等学校

今津陸 岡部翔太郎 伊達雄哉

古川絵翔 松友海音

1. 開発の動機

私たちはロボットの開発とプログラミングで、生活の役に立つものを作ろうと考えた。しかし、私たちは工学の知識と技能が乏しく、二足歩行のような高度なロボットを作ることが難しかった。できるだけ仕組みが簡単で日常生活の不便なことを解決する装置のアイデアとして、チューブ食品を適量出す動作を考えた。チューブ食品を使うことは力の加減が難しく、また高齢者などの手を使うことが困難なため、産業用ロボットの開発を試みた。

今回はチューブ食品にワサビを用いて、「チューブ食品を適量出せるロボット」の開発を目的として研究を進めた。

2. 開発方法

装置本体の開発

○使用した材料

- ・タミヤの楽しい工作シリーズ（ラックとピニオン）
- ・ミニモータ低速ギアボックス
- ・カラーボード
- ・ELEGOO ArduinoUNOR3 コントロールボード
- ・モータドライバコントロールボード
- ・HC-SR04 超音波距離センサ
- ・L298NDC ステッピングモータ

I ワサビを適量出すために装置の機構を4つに分け、それぞれの設計・制作を行った。

(1) ワサビを絞り出す機構

まず、チューブ食品を絞り出す機構を制作した。図1のようにラックとピニオンを取り付け、モータの回転運動を平行運動に変えることができるアームを2つ制作した。アームの間にワサビのチューブを置き、アームで挟み込むことでワサビを絞り出せるようにした。挟み込む際、チューブの位置がずれるのを防ぐために、図2のようなチューブの形状に合わせたアームを3Dプリンタで制作した。



図1 ラック（灰色）とピニオン（緑色）

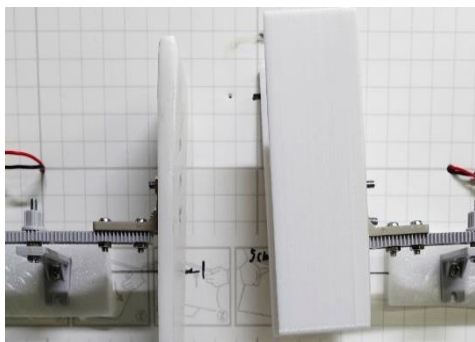


図2 チューブの形状に合わせたアーム正面図(左), 上から見た図

(2) ワサビを切る機構

次に、出てきたワサビを切り取る機構を制作した。ステッピングモータにプラスチック板（カッター）を乗せ、回転させる事でワサビを切り取れるようにした。ステッピングモータに取り付けたカッターは、プラスチック板のまま使うとワサビがくっついてしまい、目標の位置に落とすことが出来ないことが多かった。そこで、ワサビに直接接触する部分を様々な材料に変えて検証した結果、細い糸が上手く切断できた。検証を踏まえて、図3のように3Dプリンタで制作したカッターに、細い糸を取り付けたものを制作した。



図3 切断用カッター

(3) ワサビを検知する機構

出てきたワサビを適量で切断するためには、ワサビの量を検知する必要がある。私たちは出てきたワサビを検知する方法として、超音波距離センサを用いることにした。しかし、超音波距離センサは仕組み上、細い物体を極端に近い位置、遠い位置で検知することが難しい。そこでまず、超音波距離センサが適切に反応する距離を調べることにした。

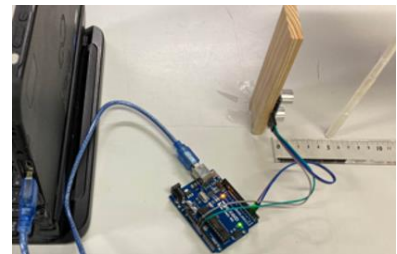


図4 距離センサで測定する様子

図4のように、チューブから出たワサビの直径と同じ太さの棒を距離センサにかざし、棒の位置を1cmずつ動かしながら距離センサの示す位置を測定した。図5のグラフに実験結果を示す。

実寸距離2~6cm付近で直線関係がみられた。今回使用した距離センサは、この区間でワサビが正しく検知出来ることが分かったので、この位置に絞り出したワサビが来るように、距離センサを装置に固定した。

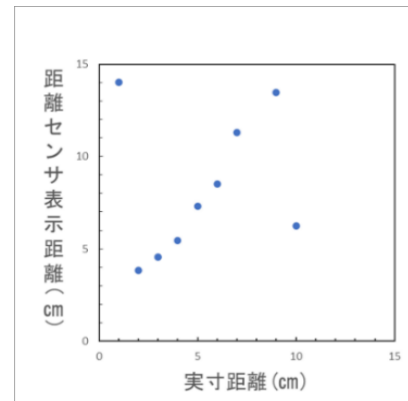


図5 距離センサの信頼範囲

(4) 各機構を制御する機構

(1)~(3)で制作した各機構を、プログラムを使って制御する。そのため、図6のように、装置背面に Arduino ボードと呼ばれるマイコンボードを取り付けた。Arduino ボードには、動作の起点となるスイッチと、(3)の超音波距離センサを直接接続して、(1)、(2)のモータとは電源を補うためのモータドライバを介して接続した。図7に完成した本体の全体図を示す。

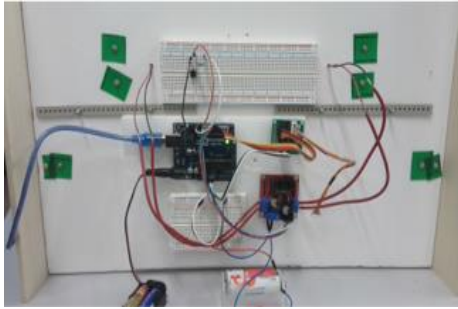


図6 本体裏面のArduinoボード

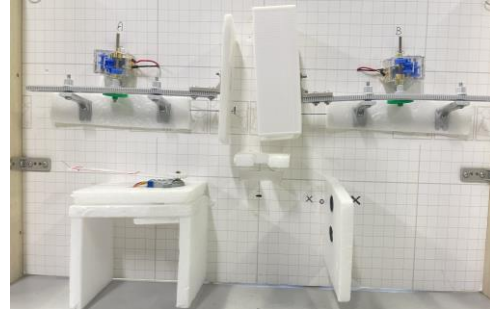


図7 完成した本体の全体図

II プログラムの作成

(1) プログラムの開発環境

プログラムの開発には「Arduino」を使用した。「Arduino」とはマイコンボードであるArduinoボードと、開発ソフトウェアであるArduino IDEが一体となった電子工作プラットフォームであり、ソフトウェアはシンプルで初心者でも使いやすく、マイコンボードは安価なことが特徴である。開発言語はC言語を元にしたArduino言語である。

(2) プログラムの設計・開発

```

const int in1 =11; // 11, 10, 9, 8番のpinをin1, in2, in3, in4と定義する
const int in2 =10; // モータA(左)はin1, 2
const int in3 =9; // モータB(右)はin3, 4
const int in4 =8;
const int SWITCH =13; //13番のpinをSWITCHと定義する

#define PIN1 2 //2, 3, 4, 5番のpinをPIN1, PIN2, PIN3, PIN4と定義する
#define PIN2 3 //PIN1, PIN2, PIN3, PIN4はステッピングモータ
#define PIN3 4
#define PIN4 5

int tim = 10; //timに10を代入する
int i = 0; //iに0を代入する (iの変数の型を宣言する)
int p = 0; //piに0を代入する (pの変数の型を宣言する)

void setup() {
  pinMode(in1, OUTPUT); //in1~4を出力に設定する
  pinMode(in2, OUTPUT);
  pinMode(in3, OUTPUT);
  pinMode(in4, OUTPUT);
  pinMode(SWITCH, INPUT); //SWITCHを入力に設定する

  pinMode(PIN1, OUTPUT); //PIN1~4を出力に設定する
  pinMode(PIN2, OUTPUT);
  pinMode(PIN3, OUTPUT);
  pinMode(PIN4, OUTPUT);
}

void loop() {
  if (digitalRead(SWITCH)) { //もしSWITCHが押されたら、
    digitalWrite(in1, HIGH); //モータAは右回転
    digitalWrite(in2, LOW);
    digitalWrite(in3, LOW); //モータBは左回転
    digitalWrite(in4, HIGH);
    delay(6500); //6.5秒間続ける

    digitalWrite(in1, LOW); //モータAは左回転
    digitalWrite(in2, HIGH);
    digitalWrite(in3, HIGH); //モータBは右回転
    digitalWrite(in4, LOW);
    delay(2400); //2.4秒間続ける

    digitalWrite(in1, LOW); //モータAを止める
    digitalWrite(in2, LOW);
    digitalWrite(in3, LOW); //モータBを止める
    digitalWrite(in4, LOW);
    delay(2000); //2秒間続ける

    while (i < 265) { //この部分を265回繰り返す
      digitalWrite(PIN1, HIGH); //ステッピングモータを左回転させる
      digitalWrite(PIN2, LOW);
      digitalWrite(PIN3, LOW);
      digitalWrite(PIN4, LOW);
      delay(tim); //0.01秒間続ける

      digitalWrite(PIN1, LOW); //ステッピングモータを左回転させる
      digitalWrite(PIN2, HIGH);
      digitalWrite(PIN3, LOW);
      digitalWrite(PIN4, LOW);
      delay(tim); //0.01秒間続ける

      digitalWrite(PIN1, HIGH); //ステッピングモータを右回転させる
      digitalWrite(PIN2, LOW);
      digitalWrite(PIN3, LOW);
      digitalWrite(PIN4, LOW);
      delay(tim); //0.01秒間続ける

      digitalWrite(PIN1, LOW); //ステッピングモータを右回転させる
      digitalWrite(PIN2, HIGH);
      digitalWrite(PIN3, HIGH);
      digitalWrite(PIN4, LOW);
      delay(tim); //0.01秒間続ける

      digitalWrite(PIN1, HIGH); //ステッピングモータを右回転させる
      digitalWrite(PIN2, LOW);
      digitalWrite(PIN3, LOW);
      digitalWrite(PIN4, LOW);
      delay(tim); //0.01秒間続ける

      p--; //pの値に-1減少する
      i=0; //iに0を代入する
      p=0; //piに0を代入する
    } else {
      digitalWrite(in1, LOW); //SWITCHが押されていない間は
      digitalWrite(in2, LOW); //モータAを止める
      digitalWrite(in3, LOW); //モータBを止める
      digitalWrite(PIN1, LOW); //ステッピングモータを止める
      digitalWrite(PIN2, LOW);
      digitalWrite(PIN3, LOW);
      digitalWrite(PIN4, LOW);
      delay(tim); //0.01秒間続ける
    }
  }
}

```

図8 今回使用したプログラム

ロボットの一連の動作について、フローチャートで表したものを図9に示す。フローチャートを元に、条件分岐や繰り返し文を用いてプログラムを作成した。作成したプログラムはパソコンからArduinoボードにコンパイルし、実行した。

3. 開発結果・展望

○動作結果

スイッチを押すと、プログラム通りにアームが動きワサビを押し出した。出てきたワサビが距離センサに反応するとアームが開き、カッターが回転した。回転したカッターはワサビを切断し、一定量のワサビを出すことができた。図10、図11は動作結果を示す。

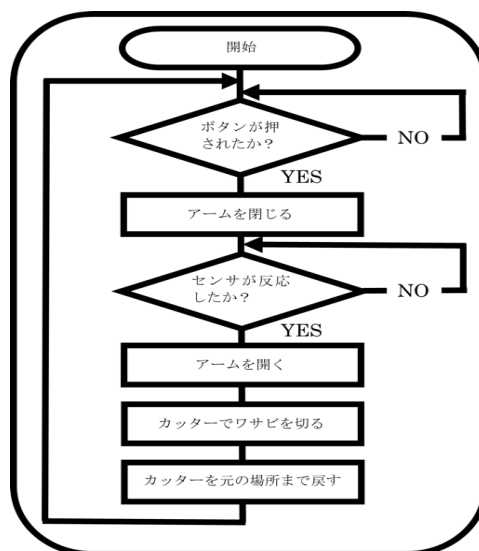


図9 ロボットに用いたプログラムのフローチャート



図10 ワサビを押し出した様子



図11 一定量のワサビを出した様子

4. 展望

一つ目に他のセンサを試行することだ。例えば、重量センサや対象の色を認識するカラーセンサを用いることが挙げられる。これらのセンサから考えることは、重量センサを用いて特定の重さのチューブを取り出したり、カラーセンサを用いてワサビやショウガなどのチューブ食品を判別してプログラムを切り替えたりすることができるということだ。このようなセンサをプログラムに組み入れ、その機能を確認したい。

二つ目に機械の小型化、軽量化を図ることだ。このロボットを公共での使用を視野に入れるには少々大きすぎる。このロボット本来の使用を考えるにもっとコンパクトなものにするのがベストであると考えている。

三つ目に好みの量を出すためにアームにステッピングモータを組み込むことが挙げられる。ステッピングモータは普通のモータに比べ、より微調整の利くモータであるためプログラムに組み込んでより高度の動作を見せてくれるだろう。また、他にも閃くべき改善案や解決すべき問題点が発見出来たら逐一試行に努めて、私たちが思い描く理想をこのロボットに実現させたい。

5. 参考文献

- 登尾徳誠「ゼロからよくわかる！Arduino 電子工作入門ガイド」技術評論社 2018
- 平原誠「実践 Arduino！電子工学でアイデアを形に使用」オーム社 2017
- Arduino <https://www.arduino.cc/>
- 第 16 回 Arduino(アルディーノ)でパーツやセンサを使ってみよう～超音波モジュール編
<https://deviceplus.jp/arduino/entry016/dai>