ロボットハンドの製作

柿本　弥壱　　栗原　陸成
佐藤　准之介

１．研究概要

自分の手の動きに合わせて細かな動作ができるロボットハンドの製作を行うことによって、Arduino の知識や理解を深めることを目指した。

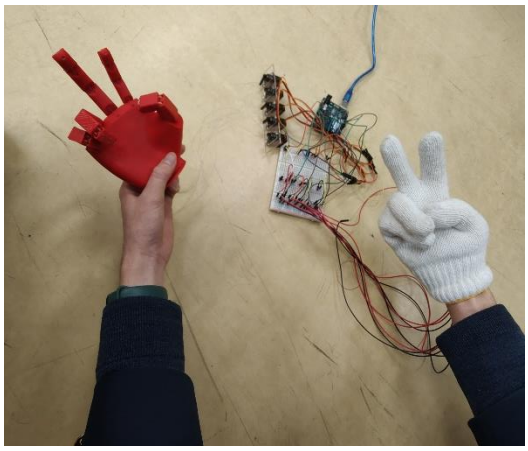

図１　完成の写真

２．研究の具体的内容

（１）製作計画

ロボットハンドの製作にあたって表１のような製作計画を立てた。

表１　製作計画

４月	研究テーマの案出し
５月	研究に向けて必要な材料の確認
６月	使用材料の調達
７月	Arduino のコード作成
８月	ロボットハンドの枠組みの製作
９月	外装のデザインの作成・製作
１０月	組み立て・微調整
１１月	岡工祭での発表
１２月	報告書作成
１月	課題研究発表に向けての作業

(２)使用器具・材料

・３Ｄプリンタ(REALITY Ender-3 V2 Neo)
・Arduino　UNO（制御マイコン）
・曲げセンサ
・サーボモータ
・手袋
・釣り糸

（３）開発環境

・Blender
・Arduino　IDE

（４）Arduino とは

Arduino は、オープンソースの電子工作プラットフォームで、主にマイクロコントローラを使ったプロジェクトに利用される。

初心者から上級者まで幅広いユーザがセンサや、モータ、LED などを使った電子機器を簡単に操作、設計、製作できるように設計されている（図２）。

図２　Arduino UNO

Arduino は専用の総合開発環境 IDE を提供していて、プログラムの作成と、ボードへの書きこみが簡単にできる。コードは Arduino 言語で、記述する。Arduino 言語は C++に似た言語である。

（５）ロボットハンド製作

ア　Blender によるモデリング作業

Blender を使用し、ロボットハンドの手のひらや指のモデリングを行った。指を曲げるための関節部分やひもを通す穴の角度などに気を付けた（図３）。

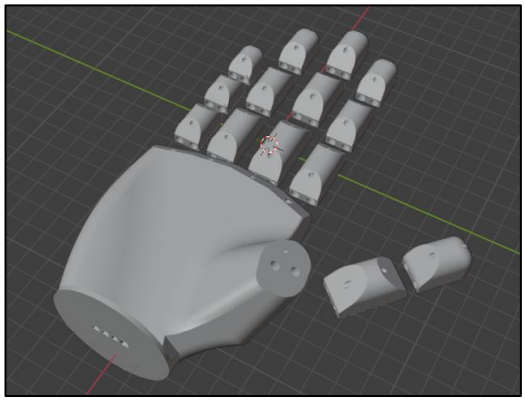

図３　Blender でモデリング画面

イ　３Ｄプリンタでの出力

３Ｄプリンタでの出力では指の穴が出力途中に潰れるなどスムーズに行かず穴のサイズ調節などの修正を行った（図４）。

図４　手のモデル

ウ　曲げセンサとのピン接続

ピン接続では曲げセンサに対応する指の変更を可能にするため、基板へのはんだ付けではなく、ブレットボードへのピン接続を採用した（図５）。

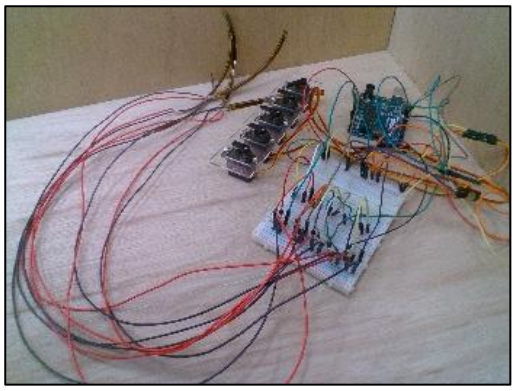

図５　制御基板

エ　サーボモータの調節

動作確認を通してサーボモータの対応角度の微調節、曲げセンサの最大値と最小値の設定などを行った（図６）。

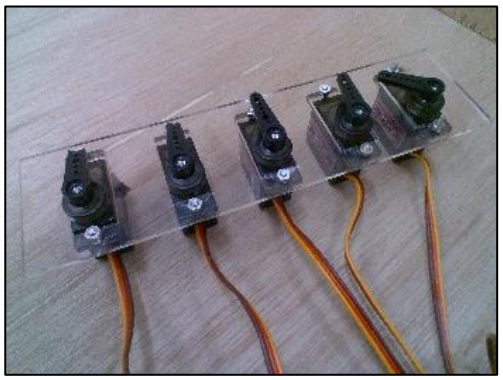

図６　サーボモータ

オ　手のひらの組み立て

サーボモータとロボットハンドを釣り糸でつなげる。糸の長さを調整し、サーボモータを動かすと糸が引かれ、指が曲がるように組み立てを行った。

カ　Arduino での制御プログラム

曲げセンサから読み取る抵抗値に対して、対応する値までサーボモータの角度を変更することにより、ロボットハンドと自分の手を連動して動かすことができる　　（図７）。

```
#include <Servo.h>
#define NUM_SERVOS 5
// サーボの数
#define SERVO_PINS {6, 7, 8, 9, 10}
// サーボの接続ピン
#define ANALOG_PINS {0, 1, 2, 3, 4}
 // 曲げセンサの接続ピン
#define SERVO_POS_DEFAULT 1
// サーボの初期位置
#define SERVO_POS_MAX 182
 // サーボの最大位置
#define CENSOR_MAGESENSA_MIN 530
#define CENSOR_MAGESENSA_MAX 1100
Servo servos[NUM_SERVOS];
// サーボの配列
int analogPins[NUM_SERVOS] = ANALOG_PINS;

// アナログピンの配列
void setup() {
  Serial.begin(9600);
// シリアル通信の開始
  int servoPins[NUM_SERVOS] = SERVO_PINS;
  for (int i = 0; i < NUM_SERVOS; i++) {
    servos[i].attach(servoPins[i]);
    servos[i].write(SERVO_POS_DEFAULT);
 // 初期位置に設定
  }
}
void loop() {
  for (int i = 0; i < NUM_SERVOS; i++) {
    int mage = analogRead(analogPins[i]);
    Serial.print("曲げ抵抗値 (センサ ");
Serial.print(i + 1); Serial.print("): ");

    Serial.println(mage);
 // 曲げセンサの値をシリアルモニターに表
示
    int savo = constrain(mage, CENSOR_MAG
ESENSA_MIN, CENSOR_MAGESENSA_MAX);

    savo = map(savo, CENSOR_MAGESENSA_MI
N, CENSOR_MAGESENSA_MAX, SERVO_POS_DEFAUL
T, SERVO_POS_MAX);
    servos[i].write(savo);
 // サーボの位置を設定
```

図７　制御プログラム

・サーボモータの初期位置や回転角度の最大値の設定を行うことができる（図８）。

```
#define SERVO_POS_DEFAULT 1
#define SERVO_POS_MAX 182
```

図８　サーボモータの設定

・曲げセンサから読み取る抵抗値の最小値と最大値の設定を行うコード（図 9)。

```
#define CENSOR_MAGESENSA_MIN 530
#define CENSOR_MAGESENSA_MAX 1100
```

図９　曲げセンサの設定

・シリアルモニターで抵抗値を表示する。表示した抵抗値を元にサーボモータの角度の調節を行う（図 10)。

```
void loop() {
  for (int i = 0; i < NUM_SERVOS; i++) {
    int mage = analogRead(analogPins[i]);
    Serial.print("曲げ抵抗値 (センサ ");
Serial.print(i + 1); Serial.print("): ");

    Serial.println(mage);
 // 曲げセンサの値をシリアルモニターに表
示
```

図 10　シリアルモニタの設定

３．研究のまとめ

今回の課題研究では blender を使った本体の製作に携わった。最低限使えるものにしてデザインに凝ることは叶わなかったが、CAD を使った設計や製作の知識や楽しさを学ぶことができた。

最終的に形にすることはできたが、もともと遠隔操作にするつもりだったのがモバイルバッテリの材料費が足りず断念したり、3D プリンタの不調でスケジュールが大幅に狂ったりなどのアクシデントや想定不足が多かったことが反省点である。今後も製作を続け、自分たちの満足の行く形にしていきたいと考えている。

（柿本）

当初の目的であった、自分の動きにあった動作をするロボットハンドを作成することができたのでその点は良かった。

スケジュール通り進めるつもりだったが、3D プリンタの不具合による大幅な予定のずれにより、スケジュール通りの進み方ではなかったが､予定を変更しながら作業を続けて、完成に至ることができた。

細かな動作という点ではまだ不十分な点があり、繊細な作業に向いていないのでそこをこれから改善して実用的な形にしていきたいと考えている。

（佐藤）

今回の課題研究では Arduino での制御が難しく細かい動作ができるよう調整することが難しかったが Arduino を使いこなすことができた。

その他にも、blender の指の造形では小さい穴や内部で曲がっている部分を滑らかにするなどの細かい部分にこだわって造形した。

当初の目標よりもパワー不足という点や角度の調節をより細かくする点などの問題点や課題が残っているが、課題研究を通して学んだことは多かった。この経験をこれから他のところに活かせていけるよう努力していきたいと思う。

（栗原）

参考文献

曲げセンサと Arduino で人形を躍らせる - nomolk のブログ
https://nomolk.hatenablog.com/entry/2017/12/17/223000

ロボットハンドを作りたい/第一回　arduino UNO と曲げセンサの準備｜momomo
https://note.com/obuosan/n/n4b03e6935309

曲げセンサーで曲がり具合を LED で可視化‼(Arduino 編) - ど素人電子工作
https://toccho.net/2022/10/10/mage-led-arduino/

D-Hand　複合四節リンク機構　｜　ダブル技研株式会社
https://jp.pinterest.com/pin/296041375487126830/

【Arduino】ロボットハンドを超簡単に自作する - てくてくラボ
https://www.tekutechlabo.com/2023/01/make-robot-hand.html

ロボットハンドをつくってみた - 電子工作 - HomeMadeGarbage
https://homemadegarbage.com/robothand01