

和歌山大学学生自主創造支援部門（クリエ） クリエプロジェクト
<2025年度ミッション成果報告書>

プロジェクト名：ロボットプロジェクト

ミッション名：人間の腕の動きと同期して動くロボットアームの作成

ミッションメンバー：システム工学部3年上野穰守吾

キーワード：ロボットアーム、ヒューマンインターフェース、リアルタイム制御、ポテンシオメータ、アナログ-デジタル変換、線形マッピング、マイコン制御、サーボモータ、自由度

1. 背景と目的

本プロジェクトの動機は、幼少期に鑑賞したアイアンマンをはじめとするSFアクション映画に強い影響を受け、ロボットやパワードスーツに対して興味を抱いたことにあります。これらの作品では、人間の身体動作と機械が高度に同期し、直感的かつ拡張された運動能力を実現しており、このような技術は娯楽の領域にとどまらず、医療・福祉分野におけるリハビリ支援や、危険環境下での作業支援など、現実社会においても極めて有用であると考えられます。特に、人の腕の動きとロボットアームをリアルタイムで同期させる技術は、従来のボタン操作やプログラム制御とは異なり、操作者の直感に基づいた自然なインタフェースを実現する点で重要であり、このようなシステムは、操作負荷の低減や作業効率の向上に寄与するだけでなく、将来的にはパワードスーツへの応用や遠隔操作ロボットの高度化にもつながる基盤技術となります。以上の背景を踏まえ、本プロジェクトでは、人間の腕の動きをセンサによって取得し、その情報をもとにロボットアームを同期的に制御するシステムの構築を目的としました。これにより、センシング技術、信号処理、アクチュエータ制御といったロボット工学の基礎要素を統合的に理解し、実践的な技術力の向上を図ることを目指しました。

2. 活動内容

表1 本ミッションで使用した物

部品名	数量	使用目的
ポテンシオメータ(B10K)	3個	人の腕の関節角度を電圧値として取得するための入力センサとして使用
Arduino UNO R4 Minima	1個	センサからのアナログ信号を読み取り、サーボモータへ制御信号を出力するマイコン
GWS サーボ S03T/2BBMG/F	3個	ロボットアームの各関節を駆動し、人の動きに同期した動作を実現するアクチュエータ
外部電源	1個	サーボモータ駆動に必要な安定した電力供給を行う
3Dプリンタ	1個	ロボットアームの構造部品を製作するために使用

(ロボットアーム)



写真1 本プロジェクトで作成したロボットアーム

本ミッションのロボットアームは海外の電子工作系 YouTuber のプロジェクトの物を引用しました。(引用元：<https://smartbuilds.io/diy-robot-arm-arduino-hand-gestures/#more-1223>)

先端の二指型のハンドは一つの歯車をサーボモータで回転させることによって開閉できるようになっております。また、各自由度には GWS サーボモータが取り付けられており、ロボットアーム全体を制御できるようになっております。

(概要)

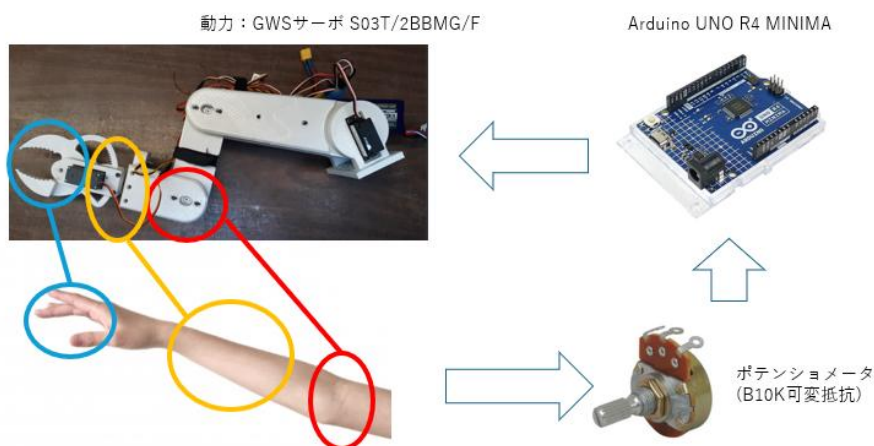


写真2 本ミッションの概要

本ミッションは、人間の腕の動作を計測し、その情報をもとにロボットアームをリアルタイムで同期動作させるシステムの構築を目的としたものです。システム全体は入力（センシング）→処理（制御）→出力（駆動）というロボット工学の基本構造に基づいて設計されています。

まず入力部では、ポテンシオメータ (B10K) を用いて人の関節角度を電圧値として取得しました。ポテンシオメータの回転角度 θ に対し出力電圧 V は概ね比例関係にあり、この特性を利用することで連続的な角度情報の取得が可能となります。取得されたアナログ信号はマイコンに送られます。

処理部では、Arduino UNO R4 Minima を用いてアナログ信号をデジタル値 (0~1023) に変換し、その値をサーボモータの回転角度 (0~180°) へ線形マッピングしました。これにより、人の動き

とロボットの動作の対応関係を定義しました。また、ノイズ低減や安定動作のために簡易的な平均化処理などを適用しました。具体的に、ポテンショメータから取得した 10 つの信号を平均しポテンショメータから得られる信号を安定化しました。

出力部では、GWS 製サーボモータを用いてロボットアームの各関節を駆動しました。サーボモータは PWM 信号によって角度制御され、入力された角度指令に応じて所定の位置に回転します。これにより、人の腕の動きに追従したロボットアームの動作が実現されました。

さらに、ロボットアームの機構部分は 3D プリンタによって製作されており、軽量かつカスタマイズ性の高い構造を実現しました。また、サーボモータ駆動には外部電源を用いることで、安定したトルク供給とシステム全体の信頼性向上を図りました。

(コード)

```
1  #include <Servo.h>
2
3  Servo myservo1; // create servo object to control a servo
4  Servo myservo2; // create servo object to control a servo
5  Servo myservo3; // create servo object to control a servo
6
7  void setup() {
8      myservo1.attach(3); // attaches the servo on pin 3 to the servo o
9      myservo1.write(0);
10     myservo2.attach(5); // attaches the servo on pin 5 to the servo o
11     myservo2.write(0);
12     myservo3.attach(9); // attaches the servo on pin 9 to the servo o
13     myservo3.write(0);
14     pinMode(A0, INPUT);
15     pinMode(A2, INPUT);
16     pinMode(A4, INPUT);
17 }
18
19 void loop() {
20     int sumvalue1 = 0;
21     for(int i = 0; i < 10; i++) {
22         sumvalue1 += analogRead(A0);
23     }
24     int value1 = sumvalue1 / 10;
25     int mapvalue1 = map(value1, 0, 1023, 0, 180);
26     myservo1.write(mapvalue1);
27
28     int sumvalue2 = 0;
29     for(int i = 0; i < 10; i++) {
30         sumvalue2 += analogRead(A2);
31     }
32     int value2 = sumvalue2 / 10;
33     int mapvalue2 = map(value2, 0, 1023, 0, 180);
34     myservo2.write(mapvalue2);
35
36     int sumvalue3 = 0;
37     for(int i = 0; i < 10; i++) {
38         sumvalue3 += analogRead(A4);
39     }
40     int value3 = sumvalue3 / 10;
41     int mapvalue3 = map(value3, 0, 1023, 0, 180);
42     myservo3.write(mapvalue3);
43
44     delay(10);
45 }
```

1 行目：サーボモータ制御用のインクルードディレクトリをインクルード

3~5 行目：二指型ハンドの開閉の自由度、前腕の外旋・内旋の自由度、肘の屈伸の自由度用のオブジェクトを作成

7~17 行目：初期設定

8,10,12 行目：サーボモータに PWM 信号を送るピンの設定

9,11,13 行目：二指型ハンドの開閉の自由度、前腕の外旋・内旋の自由度、肘の屈伸の自由度を駆動するサーボモータの初期位置を設定

14~16 行目：各ポテンシオメータからの電圧の大きさを入力するピンの設定

19~45 行目：各ポテンシオメータから取得した電圧の大きさを表すアナログ信号を平均化し、信号の大きさをサーボモータの角度にマッピング

3. 活動の成果や学んだこと

本プロジェクトでは、人の腕の動きに同期して動作する 3 自由度ロボットアームを構築し、リアルタイム追従を実現しました。ポテンシオメータで取得した角度情報をサーボ角へ線形変換することで直感的な操作を可能とし、3D プリンタによる軽量構造と外部電源により安定動作も達成しました。本技術は医療・福祉や産業分野への応用が期待されるとともに、問題解決力やシステム設計力の向上といった実践的成長にもつながる有意義な取り組みであったと考えます。

4. 今後の展開

本ミッションの成果報告会で指摘していただいたように、ロボットアームの応用用途に適したモータのトルクの確保と必要電力の設計を学ぶ必要があると感じました。

5. まとめ

本プロジェクトでは、人の腕の動きと同期して動作するロボットアームの構築を通じて、ロボット工学の基礎から応用までを実践的に学習しました。ポテンシオメータによる関節角度の取得、マイコンによる信号処理、サーボモータによる駆動という一連の流れを自ら設計・実装することで、入力→処理→出力というロボットシステムの基本構造を具体的に理解することができました。

一方で、実際に動作させる過程では、センサノイズや制御の不安定性など、理論だけでは解決できない課題にも直面しました。しかし、これらの問題に対して原因を分析し、改善策を試行する過程は、単なる知識の習得にとどまらず、実践的な問題解決能力の向上につながったと考えられます。特に、思い通りに動作しないシステムを粘り強く調整する経験は、今後の研究活動や開発において重要な基盤となったと思いました。