

|          |                |     |      |
|----------|----------------|-----|------|
| 個人・グループ名 | 小山真奈           | 大学名 | 静岡大学 |
| 作品名      | 指ロボットの制御に関する研究 | 人数  | 1名   |

### 目的

学習者が指を動作させ、その動きをロボットで再現することで、計測・制御システムについて体験的に学習する教材を開発する。

### 研究背景

- 計測・制御システムにはセンサ、コンピュータ、アクチュエータの3つの要素から構成されている。
- 中学校技術・家庭、技術分野の情報の技術の学習では、計測・制御システムの仕組みを理解することが学習指導要領に示されている。

### 結論

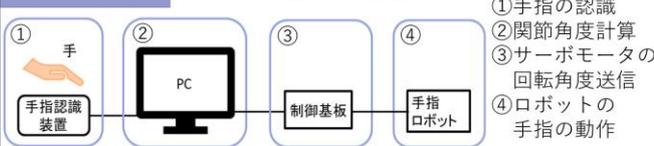
- ロボットを構成する要素や計測・制御について体験的に学習する指ロボットの制御について研究を行っている。
- 手指認識装置を用いて指を認識し、指の開閉を再現した。
- ロボットの動作は、入力した手指の動作から大きな遅延もなく再現された。

### 今後の展望

- 左手を追加した両手ロボットの制御
- 指の開閉以外の動作の追加やより細かな指の制御

### 研究概要

指ロボットを構成する4つの要素



### 使用するロボット

サインスマート (SainSmart) 社製 バイオニック ロボット

ロボットを構成する要素

1. 金属の枠組みと指
2. サーボモータ  
1本の指に対して1つ
3. 結束バンド  
ロボットの指先とサーボホーンの先が固定されている

### 指が動く仕組み

曲がる仕組み

ロボットの指      サーボモータ

伸びる仕組み

ロボットの指      サーボモータ

サーボモータが時計回りに回転し、結束バンドを引くことで指が曲がる

サーボモータが反時計回りに回転し、結束バンドをpushすることで指が伸びる

5自由度ヒューマノイド・ロボット・アーム&ハンド, 右手 <https://jp.sainsmart.com/products/5-dof-humanoid-robotic-hand-1>

### 手指の認識

手指の認識には Leap Motion を使用

Leap Motion とは、手や指の動作を認識することでコンピュータの操作が可能なデバイス

↑4つの骨や指先の3次元座標を取得する

### 関節角度計算

関節角度計算は余弦定理を用いた

関節の座標

中節骨 上端  $A = (x_1, y_1, z_1)$   
 基節骨 上端  $B = (x_2, y_2, z_2)$   
 中手骨 上端  $C = (x_3, y_3, z_3)$

$$a = \sqrt{(x_2 - x_3)^2 + (y_2 - y_3)^2 + (z_2 - z_3)^2}$$

$$b = \sqrt{(x_1 - x_3)^2 + (y_1 - y_3)^2 + (z_1 - z_3)^2}$$

$$c = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2}$$

$$\theta = \cos^{-1} \left( \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} \right)$$

関節同士の距離を計算 → 余弦定理

### 開閉の判断 ※人差し指の場合

第1, 2関節の角度で判断する

```

  graph TD
    Start([はじめ]) --> Get[座標値を取得]
    Get --> Calc[角度計算]
    Calc --> J1{第2関節 > 165度}
    J1 -- No --> J2{第1関節 > 140度}
    J1 -- Yes --> P[「パー」と判断]
    J2 -- No --> J3{第2関節 < 140度}
    J2 -- Yes --> G[「グー」と判断]
    J3 -- No --> J4{第1関節 < 110度}
    J3 -- Yes --> G
    J4 -- No --> End([おわり])
    J4 -- Yes --> G
  
```

第2関節 > 165度  
第1関節 > 140度 → 「パー」と判断

第2関節 < 140度  
第1関節 < 110度 → 「グー」と判断

### 関節角度の送受信 ※人差し指の場合

Processingで関節角度を文字として送信 → Arduinoで受信 → 動かすサーボモータと角度を指示 → ロボットの動作

Processing

人差し指

- 開 → "P"
- 閉 → "G"

各指の開閉状態それぞれに1文字を当てている。

Arduino

"P" を受信  
→ 人差し指のサーボモータを100度

"G" を受信  
→ 人差し指のサーボモータを180度

サーボモータの回転角度指示

人差し指サーボモータ

指が伸びる

指が曲がる