

脳波を利用したハンドロボット制御に関する研究

平石研究室

S18174 橋本 昂典

はじめに

- 本研究では、脳波を利用してハンドロボット制御を行う。
- 被験者が手を動かしている間の脳波を計測し、その脳波データを機械学習の手法を用いて分類するその結果からハンドロボット制御を行い、どの程度行えるかを明らかにする。
- 手の動きとは、以下の4種類の形へ手を動かすことである。全ての指を曲げた“ぐう”の形、親指のみを伸ばした形、人差し指と中指のみを伸ばした“ちょき”の形、全ての指を伸ばした“ぱあ”の形である。
- 本研究では、その準備段階としてハンドロボットの環境構築と制御プログラムの作成を行った。

開発環境・使用機材

- ハードウェア : Raspberry Pi 4
- OS : Raspbian
- 使用言語 : python
- 統合開発環境 : Thonny

- ハンドロボット : Hiwonder社製のuHandPi (図1)
- サーボモータ : Hiwonder社製の拡張ボード

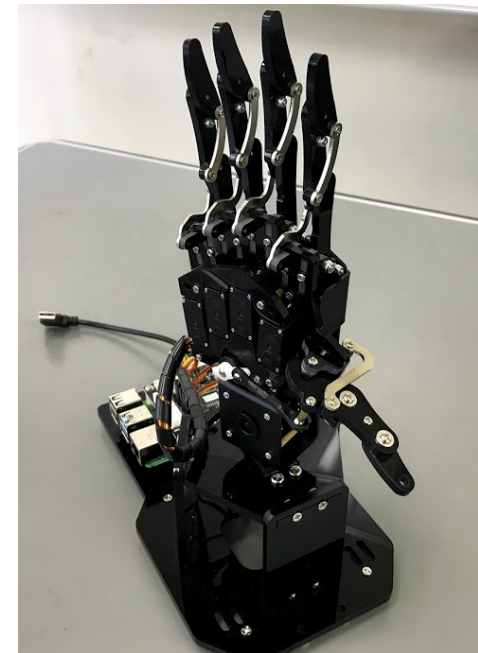


図1: 使用したハンドロボット

デューティ比について

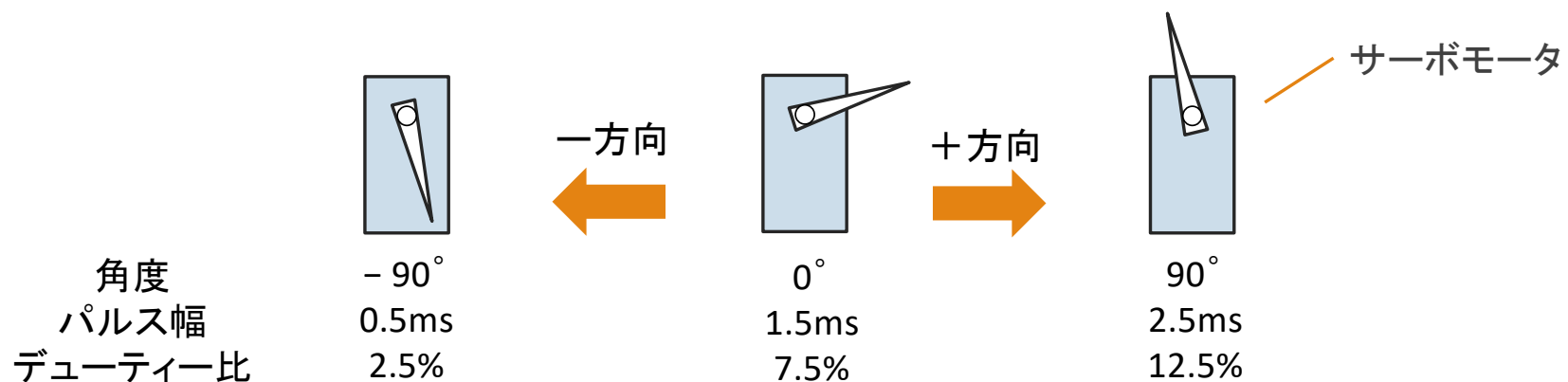
- デューティ比とはパルス幅を周期で割った値であり, これを用いてサーボモータを制御する.

$$\text{デューティ比}[\%] = \frac{\text{パルス幅}}{\text{周期}} \times 100$$

- ライブラリの `RPi.GPIO` を用いる. `ChangeDutyCycle`(デューティ比の値) という関数で, サーボモータをデューティ比を用いて制御することができる.

デューティ比の計算

周波数は 50 Hz としているため、周期を求めると、 $1 / 50 = 0.02 [T]$ 、つまり 20ms になる。
使用しているサーボモータの制御パルス幅は 0.5 ms ~ 2.5 ms である。これをデューティ比に変換すると $0.5 / 20 \times 100 \sim 2.5 / 20 \times 100$ つまり 2.5 % ~ 12.5 % となり、角度と対応させると、デューティ比が 2.5 % の時 -90° 、12.5 % の時 90° となる。



角度からデューティー比への計算

- プログラム内では動かす角度を90°などと度数で示すが、サーボモータを操作するため、角度を基にデューティー比を求める必要がある。式は以下のようになる。

$$\text{デューティー比} = 2.5 + (12.5 - 2.5) * (\text{回転する角度} + 90) / 180$$

- つまり、「デューティー比 = 最低値 + (最大値 - 最低値) * (回転する角度 + 90) / 180」となる。この式を用い、回転する角度がデューティー比の2.5% ~ 12.5%の間のいくつに値するかを計算する。

プログラムの流れ

初期設定を記述

それぞれの手の形を作る関数を記述. (ぐう, 親指のみ伸ばした形, ちょき, ぱあ)

(次スライドで例として解説)

while文 (無限ループ) ← メインプログラム

↑ 文字入力プログラム ← キーボード入力からハンドロボットを制御するため

“a”が押されたら“ぐうの形を作る関数”を呼び出して実行

“s”が押されたら“親指だけ上げた形を作る関数”を呼び出して実行

“d”が押されたら“ちょきの形を作る関数”を呼び出して実行

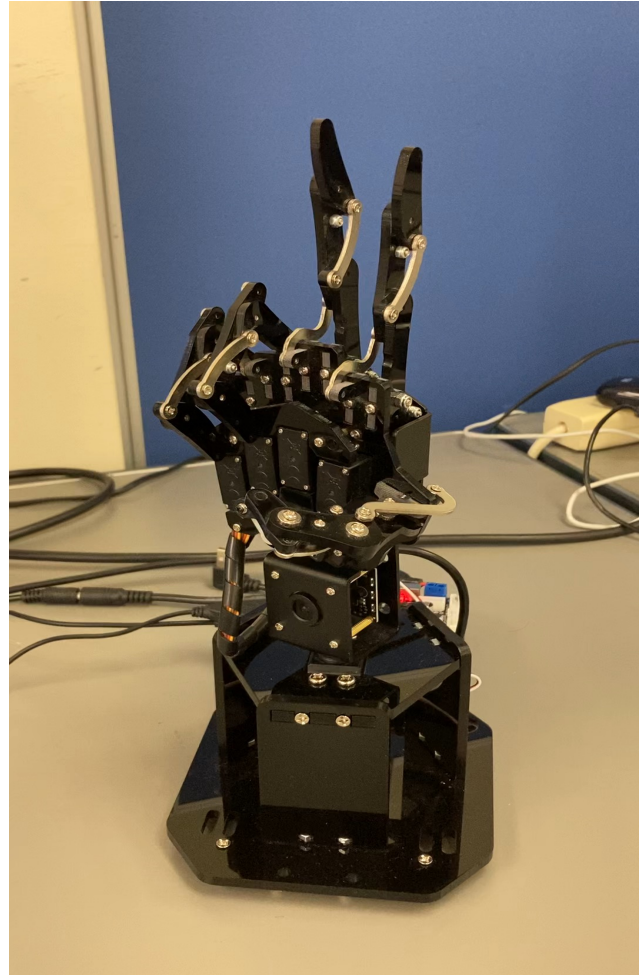
“f”が押されたら“ぱあの形を作る関数”を呼び出して実行

↓ 何も入力されずに Enter が押されたら終了

“ちょき”を作る関数内の中指を動かすプログラムのみ抜粋
親指, 人差し指, 薬指, 小指のプログラムは省略

```
1  flag_choki = False          #始めにFalseを代入し, 3行目のwhile文に入る.
2  #指を動かすwhile文
3  while flag_choki == False:  #全ての指の動作が終了するまでwhile文で繰り返す
    flag_choki = True         #Trueに変更する. if文に入った場合Falseに変更される.
5  ...省略...
6  #中指を伸ばす処理
7  if deg3 < deg_max:         #もし中指が最大値よりも小さければ入る
8      deg3 += 1              #角度に +1 する
9      duty3 = 2.5 + (12.5 - 2.5)/180*(deg3+90) #デューティー比を計算
10     Servo3.ChangeDutyCycle(duty3)          #サーボモータのデューティー比を変更
11     flag_choki = False                    #Falseに変更され, while文で繰り返される.
```


動作映像



おわりに

- 本研究では、ハンドロボットをキーボードから制御するプログラムを作成した.
- 今後は脳波からハンドロボットを制御するため、機械学習の手法を学び、脳波解析についての研究を進める.