

簡易脳波センサを利用した ハンドロボット制御に関する研究

平石研究室

S19069 金子大樹

はじめに

- 人間の脳波を活用する技術にBMI(Brain Machine Interface)というものがある.
- かつては医療機器の操作が主であったが，近年ではメタバースでの利用（注1）や軍事利用なども検討されている.

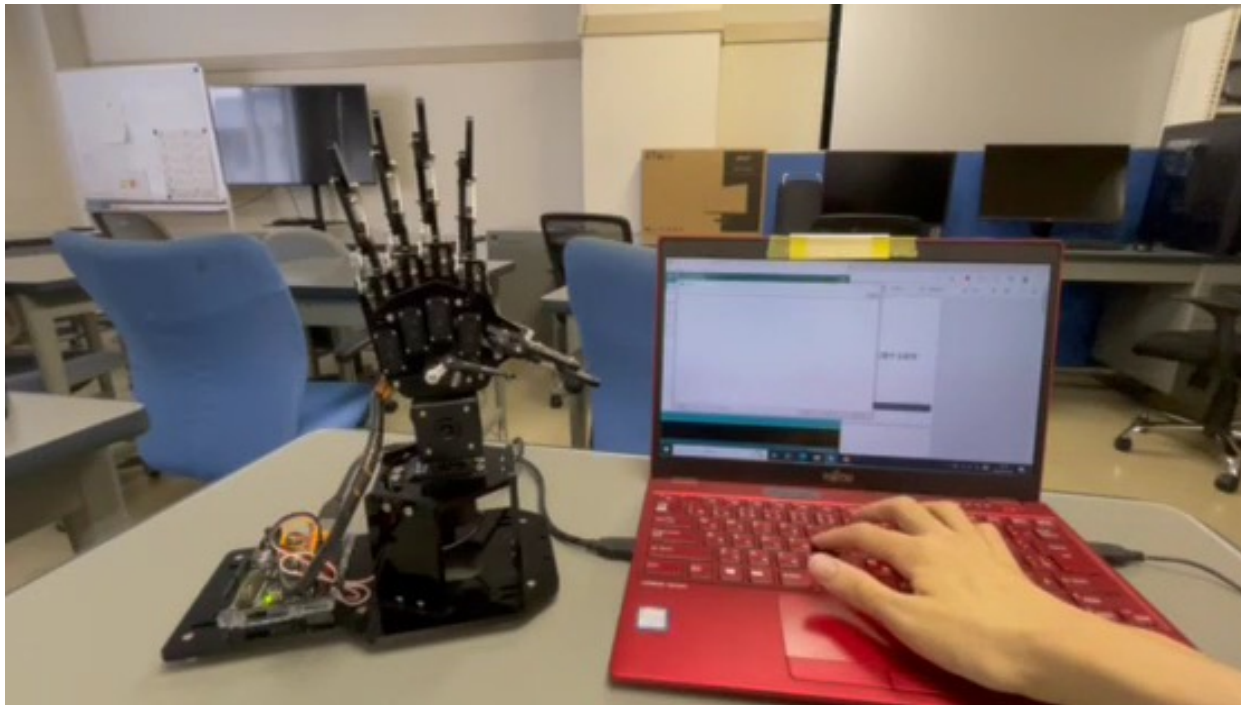
注1 VRゴーグルと脳波センサを組み合わせたNext Mind社のNext Mindなど.

目的

- 本研究では，簡易脳波センサを利用し，利用者のグー，チョキ，パーの状態を読み取り，その状態にハンドロボットを制御するシステムの作成を目的とする．
- また，脳波データの収集および検証を繰り返すことで脳波をコントロールすることが可能になるかどうかも調査していく．

卒業研究Aの内容について

- 先行研究を元にキーボード入力を行うことで，ハンドロボットをグー，チョキ，パーの状態に制御するプログラムを作成した。



使用機材

- ハンドロボット
Hiwonder社製 uHandPi
- 簡易脳波センサ
NeuroSky社製 MindWave Mobile

独自のアルゴリズムで計算された集中度(Attention)や リラックス度(meditation)の測定が可能.

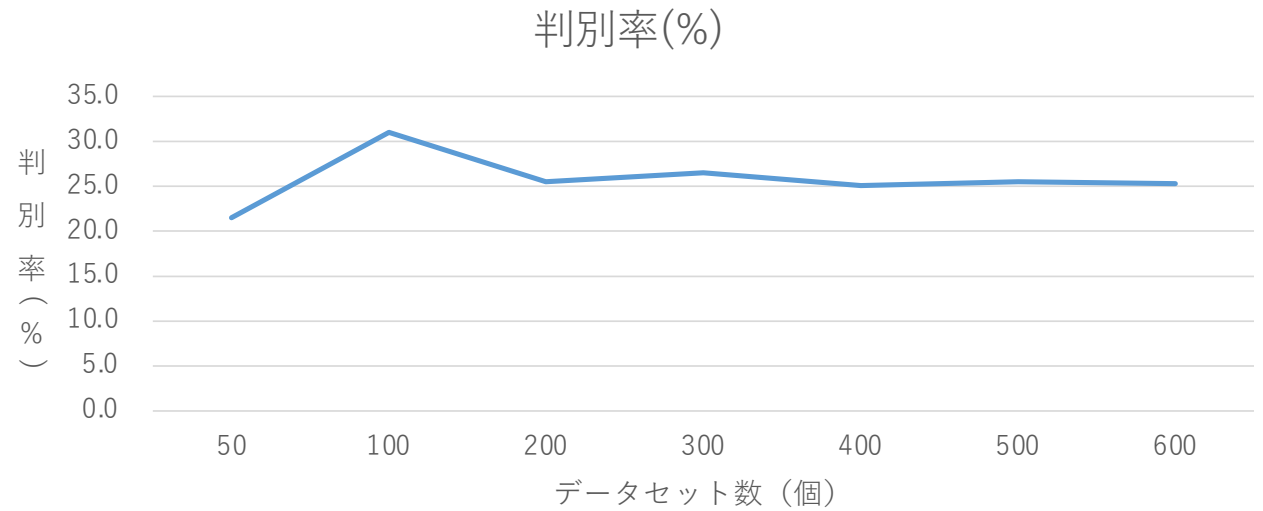


昨年度の実験

- グー，チョキ，パーと親指を伸ばした際の4種の脳波を計測し，機械学習の手法を用いて分類を行う実験.
- 4種のデータを組み合わせて1つのデータセットとし，データセットを増加させることでどの程度の精度で判別が行えるかを調査していた.

昨年度の実験結果

データセット数	判別率(%)
50	21.5
100	31.0
200	25.5
300	26.5
400	25.1
500	25.5
600	25.3
平均判別率	25.8



卒業研究Bの内容について

- 昨年度の実験結果からデータセット数を増加させても判別率が3割程度と低かった。そのため、データ収集および検証を繰り返すことで利用者自身が脳波をコントロールできるようになり、精度が向上するか調査した。
- 脳波を利用してハンドロボットを制御するために、研究室で開発されたソフトウェア（注2）を使用し、ジャンケンを行っている際のデータ収集および検証を行った。

注2 機械学習（ランダムフォレスト）によるモデルの作成を行うソフトウェア。ボタンをクリックすることでUSB接続されたハンドロボットを操作することも可能。

学習用のデータ収集と検証

- データ収集はラジオボタンから収集する手の形を選択し、「データ収集ボタン」をクリックする。
- 検証は「実行ボタン」をクリックする。
- 「最初は」、「ゲー」、「ジャン」、「ケン」、「ポン」の順で画面が切り替わるので指示に従いジャンケンを行う。（検証の場合結果が表示される。例：「予測は「ゲー」」）

手動操作ボタン ゲー チョキ パー 左 右
脳波によるじゃんけんの実行

データは「パー」

学習用のデータ収集 ゲー チョキ パー

```
poorSignalLevel: 0
attention : 37
meditation : 56
delta : 48748
theta : 10878
lowAlpha : 6946
highAlpha : 23232
lowBeta : 6210
highBeta : 3205
lowGamma : 1061
highGamma : 1411
```

環境と条件

学習用のデータ収集および、検証を以下の条件下で行った。

- 毎日、データ収集を21回ずつ（計63回）、それを用いた検証を10回ずつ（計30回）行う。
- 利き手を使用し、もう一方の手は膝の上に乗せる。
- 歯を噛みしめない。
- 足を組まない。
- 背中を背もたれに付けない。
- 目を意図的に閉じない。

※注意点。

取得したデータは累計ではなくその日の学習データをその日に検証している。

検証を行っている様子

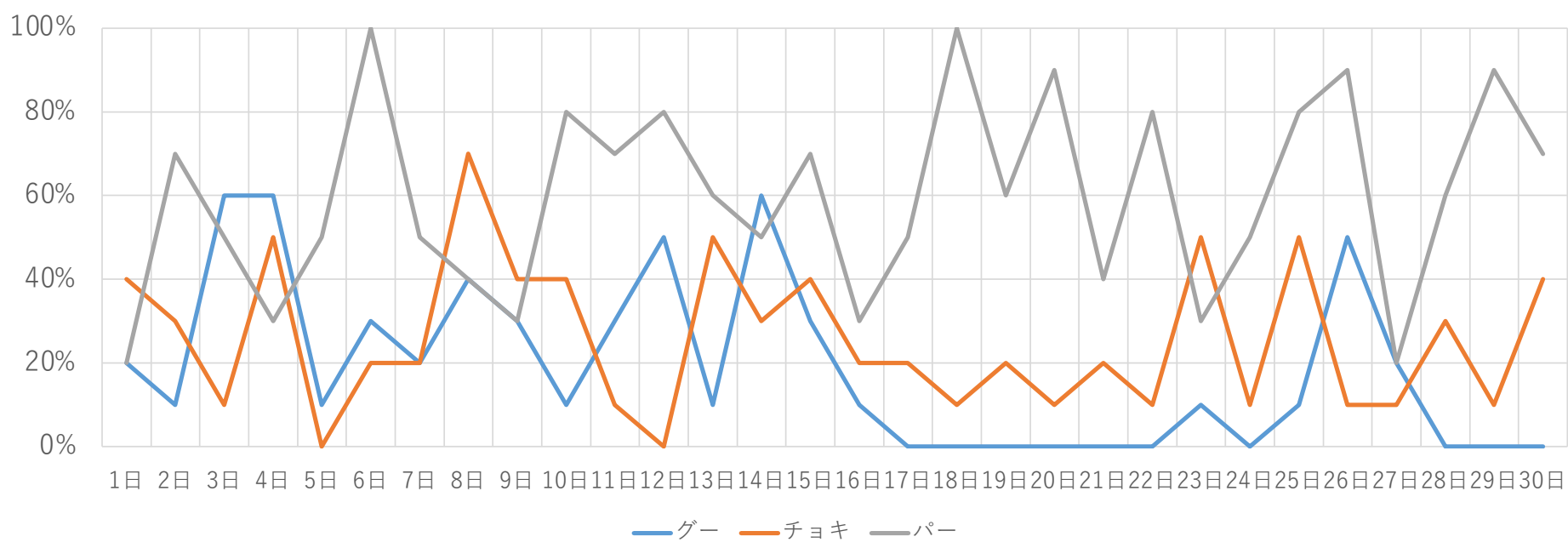


結果1 検証結果の一部

日付	11/1	11/2	11/3	11/4	11/5	11/6	
ゲー	20%	10%	60%	60%	10%	30%	
チョコキ	40%	30%	10%	50%	0%	20%	
パー	20%	70%	50%	30%	50%	100%	
表示の内訳	6 15 9	4 7 19	12 3 15	13 10 7	1 8 21	3 4 23	ゲー チョコキ パー
正答率の合計	80%	110%	120%	140%	60%	150%	Max300%

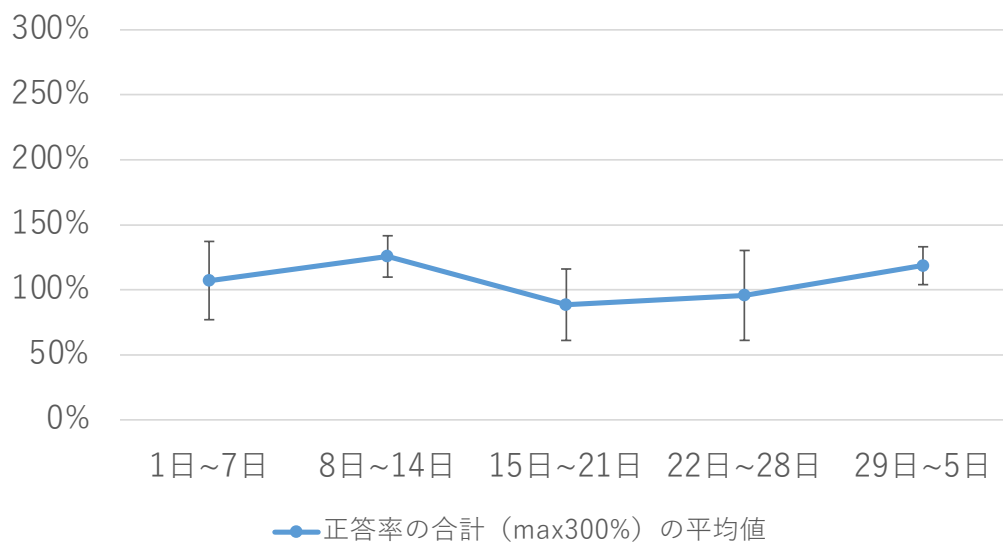
結果2 グー, チョキ, パーそれぞれの正答率をグラフにしたもの

グー, チョキ, パーの正答率



結果3 正答率の合計 (max300%) の平均値

正答率の合計 (max300%) の平均値



	正答率の合計 (max300%) の平均値	分散	標準偏差
11/1~11/7	107%	0.090612	0.301019
11/8~11/14	126%	0.025306	0.159079
11/15~11/21	89%	0.07551	0.274791
11/22~11/28	96%	0.119592	0.345821
11/29~12/5	119%	0.021224	0.145686

結果から

- 結果2より，ゲー，チョキ，パー個別に正答率を見るとパーの正答率が高く，ゲーの正答率が低い。
- 結果3より，正答率の合計が100%を前後している。また，7日間ごとの標準偏差は10%~30%ほどあり，バラツキが大きい。

おわりに

- 本研究では、簡易脳波センサを利用し、利用者のグー、チョキ、パーの状態を読み取り、その状態にハンドロボットを制御するシステムの作成を目的とした。
- 正答率の合計（max300%）の平均値が100%前後と低く、また、正答率の向上も見受けられないため、制御等を目的とした実用は難しいが、ゲーム等の利用であれば活用できると考えられる。
- 結果から、簡易脳波センサを利用した脳波コントロールには手の動き以外に別の要素を組み合わせ、グー、チョキ、パーをより区別する必要があると考える。

参考文献

橋本昂典，“脳波を利用したハンドロボット制御に関する研究”，足利大学工学部創成工学科システム情報分野，令和3年度卒業論文，2022.2.