

和歌山大学協働教育センター クリエプロジェクト
＜2022年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：脳情報総合研究プロジェクト

ミッション名：脳波を用いた Sphero BOLT の制御

ミッションメンバー：システム工学部 1年 西浦 奏絵

キーワード：脳波 Sphero BOLT MindWave Mobile 2 Python JavaScript

1. 背景と目的

私は脳波に興味を持って、脳情報総合研究プロジェクトに加入した。脳波に限らず、研究には専門的知識が必要だ。しかし、1年生には脳波に関して十分な知識が備わっておらず、研究や開発メインの活動を行うミッションではなく、学習メインの活動であるスタートアップを行うことにした。

そのため、今年度のスタートアップの活動目的は、来年度以降の脳波の研究に関する基礎的な知識の習得を行うことである。具体的には、“脳波・プログラミングの学習”と“脳波の計測・分析”である。この二つを達成できるように、“脳波を用いたロボットの制御”を最終目標とした。

2. 活動内容

2.1：活動手順

まず脳波やプログラミングの学習を行う。次に脳波の計測を行い、それによって得られた脳波データを分析し、ロボット制御のプログラム用に加工する。最後にこれまでの手順を前提としてプログラミングを行い、ロボットの制御を行う。

2.2：脳波について

ここで少し脳波について説明をしていく。脳波とは、脳の活動によって引き起こされる、波のような信号のことである。脳内に存在する神経細胞同士が、外部からの刺激に反応して電気信号を伝達させ、様々な処理を行う。例えば、目から物体を認識する際には、目から脳に刺激が与えられ、脳のある部位における神経細胞で処理が行われた結果、それが何であるのかを認識するさらに、脳波には大きく分けて5つの分類があり、周波数の大きいものから γ 波、 β 波、 α 波、 θ 波、 δ 波と呼ばれている。

今回はこのような周波数ごとの分類によって、ロボットの動きを変化させるプログラムの作成を行った。

2.3：活動内容

ここでは、先に使用した機材について、続いて本年度活動において重きを置いた部分である、脳波の計測とロボット制御のプログラミングについて述べていく。

今回、私は脳波の計測に「Mind Wave Mobile2」(写真1)という簡易脳波計と、「Neuro View」という Mind Wave Mobile2 で計測した脳波を可視化できる専用アプリケーションを使用した。取得した脳波データは Excel ファイルに保存されるため、データの加工が容易になっている。ロボットは、Sphero BOLT (写真2)という、こちらも専用アプリケーションを用いてプログラミングが可能なロボットを使用した。



(図 1) MindWave Mobile 2



(図 2) Sphero BOLT



(図 3) NeuroView で実際に脳波を計測した際の画面

ここから脳波の計測について述べていく。図 3 が、実際に脳波を計測した際の画面である。取得可能なデータは三種類あり、一番上にあるのが、脳波の生データであり、右下にあるのが β 波や α 波などのバランスを参照し、集中度合い、リラックス度合いを表したグラフ、左下にあるのが計測した脳波を 8 種類に分類して、それぞれの脳波がどの程度の強さを持つのかをグラフ化したものである。これらは数値化され、ファイルに保存がされる。今回は左下のグラフにある数値を用いて、ロボットの動きを変えるプログラムを作成した。

今回は 8 種類の脳波に分類されたので、ロボットの動きも 8 種類に分類した。また、脳波の強さに関するデータは 1 秒毎に取得されたのだが、1 秒ごとにロボットの動きを変化させると細かすぎるため、5 秒毎に変化されるようにデータ加工を試みた。

ここでデータの加工に関して、問題点が発生した。先も述べたように、脳波データは Excel に保存される。当初、保存された脳波データの加工からロボットの制御までを、一貫して JavaScript で実装しようと考えていた。しかし、適した JavaScript のライブラリが見つからず、実装は困難だと判断した。プログラミング言語に関する詳しい問題点は、後ほどまとめて述べる。) そこで調査したところ、データ加工には Python が適任だと感じ、プログラムを作成した。Python で行った処理は主に以下の 4 つである。

① 必要なデータのみの抽出

取得した脳波データには必要な数値以外も含まれていたため、これを行った。

② 脳波の大きさを表す数値の平均 (5 秒ごと)

これは、5 秒ごとにロボットの動きを制御するので、5 秒間の中で一番多く見られた脳波を調べるためである。

- ③ 平均を求めた数値の中で1番大きかったものを検索・抽出
- ④ 使用する8種類の脳波それぞれに、0から7の値を付与
最後の2手順は、のちのプログラミングに活用しやすくするためである。

下に実際に処理したデータを示す。

(表2) 加工する前の脳波データ

Time	Signal Qu	Attention	Meditation	Delta	Theta	Low-Alph	High-Alph	Low-Beta	High-Beta	Low-Gam	Mid-Gamma
36:43.1	0	80	57	247374	316055	9222	13752	5455	29693	21230	1622
36:44.1	0	83	43	750098	79422	12810	10235	5554	19017	32289	7734
36:45.1	0	69	47	184927	24540	4922	3354	2711	3593	1228	843
36:46.1	0	48	48	1766090	198007	30402	3740	15800	8142	26294	5878
36:47.1	0	43	56	1111108	845815	111396	35267	50981	54271	44925	11164

(表3) 加工後の脳波データ

注1	Delta	Theta	Low-Alph	High-Alph	Low-Beta	High-Beta	Low-Gam	Mid-Gamma	注2
	247374	316055	9222	13752	5455	29693	21230	1622	
	750098	79422	12810	10235	5554	19017	32289	7734	
	184927	24540	4922	3354	2711	3593	1228	843	
	1766090	198007	30402	3740	15800	8142	26294	5878	
	1111108	845815	111396	35267	50981	54271	44925	11164	
注3	811919.4	292767.8	33750.4	13269.6	16100.2	22943.2	25193.2	5448.2	注4
									注5
									0

- (注1) 左の脳波から、0, 1, 2...と数値を与える
- (注2) 取得した5秒分の各脳波のデータ
- (注3) 5秒分の各脳波の大きさの、1秒当たりの平均
- (注4) 平均を取った中で1番大きかった数値
- (注5) 注4で抽出した数値が、注1で与えた0から7のどれに当てはまるかを示す
例えば上図では、デルタ波が一番大きかったため、0が示されている。

次にプログラムの作成について述べていく。ロボット制御には Sphero edu という、JavaScript を用いて Sphero BOLT を動かすことが出来る専用アプリケーションを用いた。その際、ロボットの動きを変えるのに、先程与えられた0から7の値を用いる。例えば取得した脳波に与えられた値が0なら前進、3なら90度回転するなどといった方法で活用する。

ここでさらに問題点が発生した。それは、アプリケーションの一側性によるものである。アプリケーションは専門性が高く便利だが、裏を返せば一方的な操作しかできないということだ。今回で言えば、Sphero edu は、Sphero 社開発のロボットにしか対応していないことが挙げられる。また、このアプリケーションは、決められたプログラミング言語しか対応していないため、対応するもの以外への汎用性が高いとは言えない。つまり、「ロボットを動かす」という面においては問題ないが、

他の物事(今回で言えば Python で行ったデータ加工)と結びつけるのは向いていないということである。今回私は、データを処理するのに Python を、データを受け取るのに JavaScript を用いた。また、Python はデータ処理に関するライブラリが豊富であるのに対して、JavaScript にはそのようなライブラリはあまり存在しない。そのような理由から、「Python で Excel データを処理すること」と、「専用アプリで JavaScript を使用し、ロボットを動かす」といった2つが完全に独立してしまい、2つを結びつけるのは難しくなってしまった。そのため、処理したデータをアプリケーションに手渡す業が必要になった。

以上が今年度の活動内容である。

3. 活動の成果や学んだこと

結果としては、当初の目的であった「脳波を用いてロボットを動かすこと」は達成した。しかし、最終的な課題となったアプリケーションへの数値の受け渡しは上手くいかず、手動で数値を入力することが必要となった。つまり、Python で行った脳波データの加工において取得出来る、どの脳波が1番多く見られたかを示す数値を自分で確認して、JavaScript で構成される、Sphero BOLT を制御するプログラムに打ち込む必要があるということだ。

手動で数値を打ち込む必要があるため、脳波の計測のみでロボットを動かすことは出来なかった。しかし、スタートアップを通して脳波やプログラミングの学習、脳波の計測や解析を行えたため、当初の目的を達成できたと考えている。

4. 今後の展開

今後はリアルタイムでの脳波の計測やロボットの制御を行いたいと考えている。今回用いた脳波のデータを扱うアプリケーションは、リアルタイムで脳波を獲得するのが難しかったため、調査をしたところ、PyNeuro という今回用いた簡易脳波計に対応している、リアルタイムで脳波をデータとして扱うことが可能なツールがあった。これは Python と互換性があるため、脳波の処理に Python を用いることでデータ処理も容易になると考えている。

また、今回問題点となった、脳波の測定とロボットの動作の紐づけも解決したいと考えている。大きな壁となったのは、プログラミング言語の差にあるため、Python で動くロボットなどを使用すれば、一貫して Python を用いることが出来るため、問題は解決されると考えている。

5. まとめ

今回、私は、脳波やプログラミングについて学習し、実際に脳波を用いた、ロボットを制御するプログラムを作成した。基本的には成功したが、データを確認して、プログラムに直接打ち込まないといけない部分があったため、完全に脳波の計測のみで動くロボットとは言えなかった。

しかし、今年度の活動目的である、“脳波・プログラミングについての学習”や、“脳波の計測・分析”については、活動を通して身に着けることが出来た。今後はリアルタイムでの脳波の計測や、ロボットの制御を行いたいと考えている。