

# 脳波判別によるCGキャラクター操作の検証

迫間 健治<sup>a)</sup>・山下 勝也<sup>b)</sup>・釜坂 岳人<sup>b)</sup>・坂本 真人<sup>c)</sup>

## Verification of CG Character Operation by EEG Discrimination

Kenji SAKOMA, Masaya YAMASHITA, Taketo KAMASAKA, Makoto SAKAMOTO

### Abstract

Since 2016, called VR (Virtual Reality), VR technology has been researched and developed all over the world and has made significant progress. Various companies are developing and selling VR devices, and the prices are somewhat high, but ordinary people can easily purchase them. VR technology has become widespread, as PCs that can use VR equipment have become affordable even for individuals. As a result, VR technology is expected to develop in various fields such as medicine, education, business, and entertainment. In this research, I studied whether such a VR space could be played simply by thinking in my head, and conducted research. The equipment used at that time is an electroencephalograph, but since this equipment is generally very expensive, we used Neurosky's Mind Wave Mobile to determine if it could be done as cheaply as possible. This time, we used the fast Fourier transform and the support vector machine as the methods of EEG analysis. We asked the subjects to experience what was created in this study and took a questionnaire. As a result, various problems were found. In the future, we will improve this problem and try to improve it further by changing the method of EEG analysis and other conditions.

**Keywords:** EEG, BMI, FFT, SVM, VR

### 1. はじめに

「VR (Virtual Reality : 人工現実感) 元年」と呼ばれた2016年以降、VR技術は世界中で研究・開発され、著しい発展を遂げている。様々な企業がVR機器を開発・販売するようになり、多少値段は高いが一般人でも容易に購入することができるようになってきている。VR機器を利用できる性能のPC等が個人でも手の出しやすい価格になってきたこともあり、VR技術は広く普及してきている。その結果、VR技術は医療、教育、商売、エンターテインメントなどの様々な分野でその発展が期待されている。

しかし、VR技術の発展にはいくつか大きな課題が存在する。

私はこの中の装着の煩わしさに着目した。VR機器を使用する際、事前にケーブルやセンサー等をセットアップする必要がある場合が多い。また、VR機器を使用するときには使用者の周りに一定の広さの空間がある必要がある。これはVR内の世界で操作・移動する際、必ずコントローラーを使うため、周辺と使用者本人の安全を確保するためである。このため、VR機器を利用することができる場所が限定されるという問題が存在する。ケーブルが必要なモデル

に比べて高価になりがちであるが、最近ではケーブル類を必要としない一体型(スタンドアロン型)のモデルも発売されるようになってきたため、ケーブル等のセットアップの問題は解決することができる。しかし、VR機器使用時の空間問題については解決されていない。

そこで、空間問題の解決を試みるために脳波による操作—BMI(Brain-Machine Interface : ブレインマシンインターフェース)を利用する。人間の脳波は活動状態によって脳波の周波数帯域、「 $\alpha$ 波」や「 $\beta$ 波」などが変動することから、それらを機器で読み取り、判別することによってCGキャラクターやロボットの制御へと利用すること目的とした研究である。この方法を利用することでVR機器使用時の空間問題を解決することができるのではないかと考える<sup>1-4)</sup>。

### 2. 研究手法

#### 2.1 使用機器

#### 2.1 使用機器

a) 工学専攻機械・情報系コース大学院生

b) 情報システム工学科学部生

c) 情報システム工学科准教授

- Mind Wave Mobile



図 1 Mind Wave Mobile.

NeuroSky 社より販売されている機器(図 1 参照)。今回の研究では脳波を測定するためにこの機器を使用する。

## 2.2 開発環境

OS	Windows 10
プログラミング言語	C#
脳波計測機器	Mind Wave Mobile
ソフトウェア	Visual Studio 2019 Unity 2019.2.18f

表 1 開発環境.

## 2.3 ライブラリ

- libStreamSDK

Visual Studio 2019 で Mind Wave Mobile から脳波データを受信するときに使用した。

- Accord
- Accord.MachinerLearning
- Accord.Math
- Accord.Statistics
- MathNet.Numerics

この5つは Visual Studio 2017 で Mind Wave Mobile から受信した脳波データを処理するときに使用した。

## 2.4 脳波計測

脳波を計測するために NeuroSky 社の脳波センサー Mind Wave Mobile<sup>6)</sup>を使用する。また、脳波データを Visual Studio 2019 で受信するために、NeuroSky 社より提供されている開発ツールに含まれる libStreamSDK というライブラリを使用した。

## 2.5 脳波の特徴検出法

### 2.5.1 FFT (Fast Fourier Transform : 高速フーリエ変換)

DFT (離散フーリエ変換) の一種であり、DFT を計算機上で高速に実行できるよう考案されたアルゴリズムである(式 1 参照)。本解析法を使うときは MathNet.Numerics のライブラリを使用した<sup>7)</sup>。

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-i\frac{2\pi}{N}kn} \quad (\text{式 1})$$

### 2.5.2 脳波特徴判別法

脳波特徴判別には、脳波特徴判別で一般的に使用されている SVM (Support Vector Machine : サポートベクターマシン) を使用した。SVM は教師あり学習を用いるパターン認識モデルの一つである(式 2 参照)。SVM は未学習のデータに対して高い識別性能を持つ。本研究ではカーネル関数にガウスカーネル(式 3 参照)を用いた。また、SVM を使用するために MathNet.Numerics、Accord、Accord.MachinerLearning、Accord.Math、Accord.Statistics の 5 つのライブラリを使用した<sup>5)</sup>。

$$y(x) = \text{sgn}\left\{\sum w_n K(x_n, x) + b\right\} \quad (\text{式 2})$$

$$K(x_1, x_2) = \frac{1}{2\sigma^2} \exp(-\|x_1 - x_2\|^2 / 2\sigma^2) \quad (\text{式 3})$$

### 2.5.3 Visual Studio 2019

Visual Studio 2019 では、Mind Wave Mobile によって読み取った脳波データを処理し、特徴検出を行う。このとき、脳波データの特徴量検出には FFT を使用する。そして処理された脳波データを SVM を用いて、リラックスしている脳波のときは 0、動きたいと意識している脳波のときは 1 が出力されるように脳波を判別する。

### 2.5.4 Unity 2019.2.18f

読み取った脳波の特徴によって行動する CG キャラクター、プログラムを作成した。脳波データを Visual Studio 2019 で処理、SVM によって判別した結果を受け取り、その判別結果によって CG キャラクターが行動するように作成した。CG キャラクターは Unity の Asset Store 内で無料提供されている Unity-Chan! を使用する(図 2 参照)。



図 2 Unity で使用する CG キャラクター.

## 3. 実験方法

被験者には椅子に座ってもらい、頭部に Mind Wave Mobile を装着後、脳波の計測を開始する。実験中、被験者にはリラックスしたり、体を動かすことを意識してもらい、それによって Unity 内の CG キャラクターがどう動くかについて評価する。本研究では、CG キャラクターの動きは 2 種類のみで、リラックスしている時は停止、体を動かそうと考えている間は前進し続けるようになっている。

## 4. 評価実験

本実験では、大学生 3 人に被験者となってもらう。評価

実験を行い、アンケートを実施した。評価内容は「良かった点」、「悪かった点」、「その他」について自由記述形式で行った。

## 5. 評価結果

アンケートの結果は以下のようになった。

「良かった点」では『考えるだけで動くのが新鮮で面白い』などが挙げられた。

『悪かった点』は『考えてから、CGキャラクターに操作が反映されるまでの時間が少しあり気になった』、『Mind Wave Mobileの付け心地が悪い』、『CGキャラクターが考えている動作と反対の動作をすることがあった』などが挙げられた。

『その他』は『前進以外はできないのか』『歩くとき走るを使い分けられないのか』などが挙げられた。

## 6. 考察

評価結果の『良かった点』から本研究の目的である脳波によるCGキャラクターの制御は、前進か停止かの2パターンをみの判別に関しては一定の成果が得られることが分かった。

『悪かった点』からは脳波の判別の精度・速度に問題があるとわかり、脳波の特徴検出方法、判別法の改善、また処理装置の性能向上の必要があることが分かった。また、Mind Wave Mobileの装着にも問題があることが分かったが、これに関しては今回使用した製品はサイズの調整等ができないことが問題であると考えられる。以上の『悪かった点』より、本研究はさらに改善すべき点が存在することが分かった。

『その他』の意見からは、この研究において前進、停止以外の行動が必要であるとわかった。

## 7. 結論

本研究では、VR技術の発展において課題となっている『装着の煩わしさ』の中でも、特に使用者周りの空間問題

の解決を試みた。Mind Wave Mobileによって脳波データを計測し、Visual Studio 2019によってMind Wave Mobileからの脳波データを受信・処理し、SVMによって処理した脳波データの特徴を判別した。判別結果をUnityに送信し、判別結果によってUnity内のキャラクターを操作する、BMIとよばれる分野の手法を検証した。

評価実験の結果より、脳波によるCGキャラクターの操作は一定の成果は得られるが、精度が十分とは言えず、改善すべき点が多く存在することが分かった。今後の課題としては、脳波の特徴検出、脳波特徴判別の精度の向上や、脳波の周波数帯域の比率を判別することでキャラクターの動作を増やすこと、Mind Wave Mobileの着け心地の悪さの改善などがあると考えられる。

## 参考文献

- 1)石津貴弘, 迫間健治, 坂本真人, “脳波解読によるCGキャラクターの制御に関する基礎的研究”, 宮崎大学工学部紀要 48, 159-162, 2019.
- 2)平成29年度先進コンテンツ技術等流通促進事業報告書, 第1部, VR等のコンテンツ制作技術活用ガイドライン, 2018  
[Online].[https://www.vipo.or.jp/u/I-1\\_SenshinContents\\_Guideline.pdf](https://www.vipo.or.jp/u/I-1_SenshinContents_Guideline.pdf)
- 3)日高智貴, 白石優旗, 河合由起子, 奥田次郎, “携帯型端末を用いた脳波による情報制御システム”, 情報処理学会インタラクション, 2014.
- 4)長谷川 良平, 藤村 友美, “脳波 BMI 技術の実用化と新たな課題～多様な感情表現を可能にするアバターの表情制御を目指して～”, 映像情報メディア学会誌, 68巻,12号, pp.902-906, 2014.
- 5)栗田多喜夫, “サポートベクターマシン入門”  
[Online].<https://home.hiroshima-u.ac.jp/tkurita/lecture/svm.pdf>
- 6)NeuroSky 社 MindWaveMobile ヘッドセット  
[Online]. <https://www.neurosky.jp/mindwave-mobile2/>
- 7)坂本順 他, 高速フーリエ変換による確率解析法”, 日本建築学会構造系論文集, 第472号, pp.39-45, 1995.