

## E-4

## 脳波信号による視覚と聴覚刺激を用いたデバイス制御の基礎的検討

### Basic Study of Device Control Using Visual and Auditory Stimulation by EEG Signals

○林昂志<sup>1</sup> 高橋玄記<sup>1</sup>, 松本卓才<sup>2</sup>, 武井裕樹<sup>3</sup>, 齊藤健<sup>4</sup>Takashi Hayashi<sup>1</sup>, Genki Takahashi<sup>1</sup>, Takatoshi Matumoto<sup>2</sup>, Yuki Takei<sup>3</sup>, Ken Saito<sup>4</sup>

Abstract: If the device can be controlled using brain waves, the lives of spinal cord injury patients can be improved. However, the number of visual device controls is limited. To increase the number of controls, it is necessary to use a new sense for visual device control. In this paper, the authors considered the device control using visual evoked potential (VEP) and auditory evoked potential (AEP). An element required for steady state generated AEP input signals in this study. As a result, the feature value of AEP could be obtained by arithmetic mean.

## 1.はじめに

脊椎損傷は交通事故や転落などが原因で引き起こす損傷である。脊椎損傷を引き起こした脊椎損傷患者は脳からの信号を身体に伝達することができないため、患者に付く人員が必要となる。したがって、脳波を用いたデバイス制御ができれば、患者の生活を改善することができる。

Brain Machine Interface (BMI)とは脳波信号(EEG)を計測によって取り出し、制御対象である機械と結びつける技術である。EEGは感覚刺激を与えることで発生する。BMIの研究では例えばVEPに関する研究が行なわれている。

視覚誘発電位(VEP)とは、視覚刺激を与えることで後頭葉に生じる電位である。VEPの刺激方法の一つとして、白と黒の画像を時間間隔で反転させる手法がある。この手法は定常状態視覚誘発電位(SSVEP)と呼ばれる。SSVEPを用いることで点滅する光刺激の周波数に同期したEEGを簡単に取得できる。また、複数の異なる周波数を持つ光刺激を同時に呈示した場合であっても、個々の呈示刺激からSSVEPをそれぞれ取得できる。<sup>[1]</sup>

我々はBMIを用いることで手足を動かさずに機械を動かすことのできる研究を行なっている。従来のSSVEPの制御でのシステムでは点滅する光刺激を増やしすぎるとパソコンの処理に負荷がかかる。処理不足から点滅する呈示刺激のリフレッシュレートが不安定になる。このことからSSVEPによる制御を行なうことができなくなるため、実際にはリフレッシュレートが安定する5種類の周波数までが限界である。そこで視覚を用いたデバイス制御に新たな感覚刺激を用いたデバイス制御を加えたシステムの開発を行なうことができれば、二次元的にデバイス制御をおこなうことが

きる。本論文では新たな感覚として視覚を除いた五感の中から聴覚に焦点を絞り、視覚と聴覚刺激を用いたデバイス制御の検討を行なった。

## 2.システムの検討

視覚と聴覚刺激を用いたデバイス制御システムをfigure1に示す。このシステムは視覚と聴覚刺激を同時に流し、その刺激に同期したEEGを脳波計で測定を行なう。EEGの解析を行い、特徴量の抽出をおこなう。その特徴量をもとに判別を行い、判別した特徴量を用いてデバイスを制御するシステムである。

デバイス制御においてVEPの入力信号はSSVEPを高速フーリエ変換を用いて識別を行なう。識別の方法は高速フーリエ変換したデータのスペクトル強度に閾値を設け、閾値を基準に判別をおこなっている。周波数解析の利点としては特徴量の抽出をおこなうことができ、解析自体が容易になる。<sup>[1]</sup>

聴覚も視覚同様に音刺激を与えると聴覚誘発電位(AEP)が生じる。この電位は主に側頭葉に生じる。

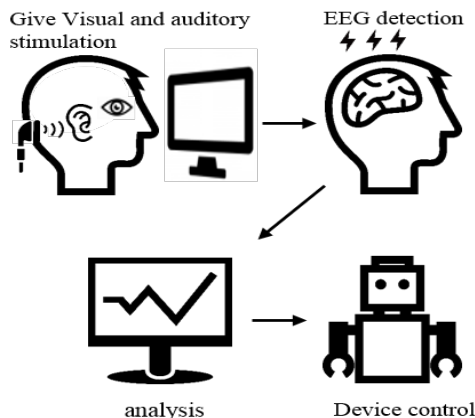


Figure1. Device control system

AEP は刺激後 10ms 以内に 5~7 個の陽性頂点として誘発電位が現れる。 [2]ここで側頭葉と後頭葉に電極を取り付け聴覚刺激と視覚刺激を同時に与えることでそれぞれに誘発電位が生じる。 よって入力信号として AEP と VEP を同時に用いることができる。

しかし、脳波信号の解析を行なうには特徴量の抽出が必要であり、AEP にはこのシステムがない。 そこで AEP の特徴量を抽出するシステムを考える。

### 3. 聴覚誘発電位の特徴量抽出

特徴量を抽出するシステムとして Figure2 の連続パルスを用いる。 連続パルスは 400Hz の可聴音を 0.05 秒間隔で音刺激を繰り返し表示する。 つまり 1s 間に 10 回音が鳴っていることになるため、10Hz の音刺激が流れているということになる。 Figure2 の音刺激を本論文ではパルス音と定義する。 パルス音による EEG の測定、解析を行った。

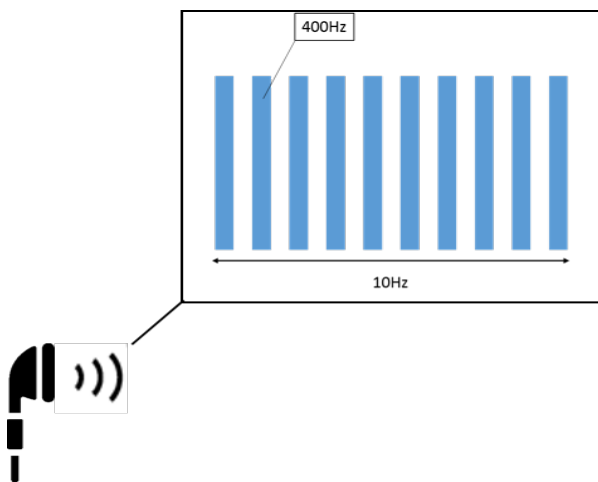


Figure 2. Pulse Sound

### 4. 実験

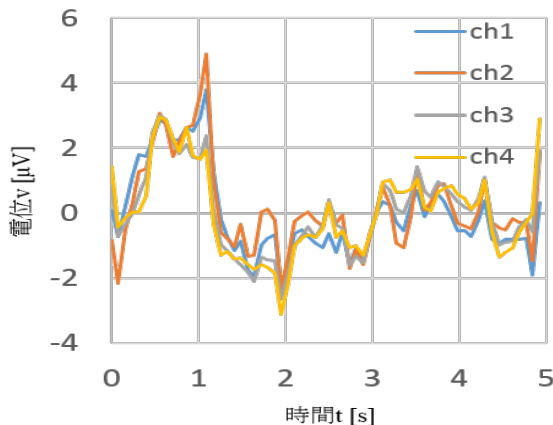


Figure 3. EEG with arithmetic mean

EEG 計測は国際 10-20 法に基づいた箇所にて電極の取り付けを行なった。 基準電極と探査電極はそれぞれ A1, A2 に取り付けた。 測定電極は左側頭葉を中心に P7, C3, C5, P3 にとり付けた。 P7, C3, C5, P3 の箇所を順に ch1, ch2, ch3, ch4 とした。 イヤホンからは電磁波が生じるため、基準電極から離れた位置に取り付ける必要がある。 よって右耳に取り付けを行い、Figure2 のパルス音を流す。

この実験ではパルス音を連続で流し、パルス音から得られる脳波信号が 10Hz の周波数成分をもつか実験を行なった。 しかし結果としてどの ch においても 10Hz の周波数成分が現れなかった。 そこでパルス音を別の解析手法を用いて特徴量の抽出を行なった。 パルス音を 1 秒間流し、4 秒間を空ける。 特徴量を抽出するため 100 試行繰り返し脳波とパルス音との関連性において加算平均を行なう。

Figure3 に計測結果を示す。 パルス音が流れている 0 秒から 1 秒付近において電位がほかの時間帯に比べ優位的に現れていることが確認された。

### 5. まとめ

今回の検討ではパルス音から 10Hz の周波数成分をとりだすことができなかった。 そのためデバイス制御ができる段階とはなっていない。 しかし加算平均を行なうことで脳波信号の特徴を確認できた。 今後は特徴量を抽出した脳波の識別をし、デバイス制御を行なう予定である。

### 6. 参考文献

- [1] 棒谷英法, 大須賀美恵子: 定常視覚誘発電位を用いたメニュー選択インタフェースの識別アルゴリズムの提案, 人間工学, Vol.53, No.1, pp8-15, 2017 年
- [2] Masaru Aoyagi, "Auditory Evoked Potentials", Equilibrium Res Vol.69, No.3, pp113~126, 2010