

簡易脳波計とスマートデバイスを用いたブレイン-コンピュータ・インターフェースシステムの考案および実装

Proposal and Implementation of a Brain Computer Interface System Using a Smart Device and a Simple Electroencephalogram Recorder

○ 佐伯俊一（芝浦工大） 堀江亮太（芝浦工大）

Shunnichi SAEKI, Shibaura Institute of Technology
Ryota HORIE, Shibaura Institute of Technology

Abstract: The purpose of this study is to construct a brain computer interface (BCI) system using a smart device and simple (Electroencephalogram) EEG recording device and to construct a system which can send control commands to various targets. The BCI system consists of simple EEG recording device (Mindset, NeuroSky, Inc.) and a tablet computer. The tablet computer and the simple EEG recording device were connected by Bluetooth. The tablet computer was further connected to controlled targets by using TCP/IP. We conducted experiments in which the subjects controlled an application on a computer by the proposed BCI system. As a result, we confirmed that the subjects become possible to control of the PC application effectively by the BCI system, as the subjects repeated the experiment.

Key Words: Brain Computer Interface, Smart Device, Simple Electroencephalogram recorder

1. 背景と目的

近年、ブレイン-コンピュータ・インターフェース (BCI) を用いたシステムが数多く提案されている。BCI は脳波を解析することで思考の判別を行い機器の操作をするインターフェースである。判別する思考の対象として、手足の運動想起や P300 がよく用いられている^(1,2,3)。しかし、これらの多くの BCI システムでは、湿式の電極をジェルやペーストにより頭皮に装着することで脳波を測定する必要があり、また思考や課題の訓練に時間を要することが多い。一方、簡易脳波計と呼ばれるジェルやペーストを用いずに装着可能な脳波計があるが、ノイズが多いことや電極数が少ないことが課題となっている。BCI システムに組み込まれて機器を制御するためではなく、ゲームなどエンターテインメント分野への応用が現在のところ主流である⁽⁴⁾。簡易脳波計はスマートデバイスやタブレット端末との連携が容易であり、タブレット端末は TCP/IP を基にしたネットワークとの親和性が高いため、タブレット端末を用いることで BCI の汎用性を高めることができると期待される。

2. 目的

本研究では簡易脳波計を用いてタブレット端末と連携し、ネットワーク経由で機器の操作を行う BCI システムを考案し実装する。また本システムで PC を操作する実験を行う事によりシステムの有用性を検証する。

3. 方法

3-1. システム構成

本研究で実装する BCI システムは簡易脳波計 (B-Bridge International, Inc, B3-Band, NeuroSky 社製チップ搭載)、タブレット端末、サーバ用 PC、制御対象用 PC で構成されている。Fig.1 にシステムの構成図を示す。簡易脳波計とタブレット端末を Bluetooth で接続し、計測した波形をタブレット端末内に送信する。タブレット端末内では計測した原波形から信号処理によって算出した暗算などによる集中で上昇する β/α 比 (集中度とよぶ) とまばたきを特徴

量として抽出し、機器の操作情報に変換し、操作情報を TCP/IP でサーバ用 PC を介して制御対象へ送信する。サーバ用 PC では制御対象 PC とタブレット端末の接続を管理している。制御対象用 PC には実験用制御対象アプリケーションを実装した。アプリケーションでは、Fig.2 に示すように、タブレット端末から送られてきた操作情報に応じて操作の反映が示されるようになっている。

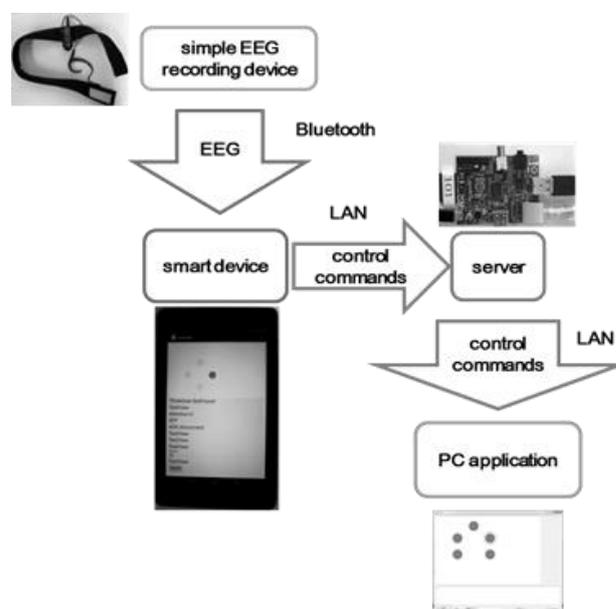


Fig. 1 System component

3-2. 実験

開発した BCI システムの操作性を評価するために、まばたきや集中度を用いて機器を操作させる実験を行った。実験では、被験者に簡易脳波計を装着し、Android 端末上に被験者のまばたきや集中によって上昇する値が表示されるまで待つ。表示されたら、制御対象アプリケーション上に

ある「start」ボタンを押す。被験者は制御対象アプリケーション上に表示されているアイコンをまばたきにより動かし、集中することによりアイコンの色を変える。この作業を操作で制御対象アプリケーションのアイコンの色をすべて変えるまでに行い、かかった時間を測定した。この作業を、適宜休憩を挟みながら3回繰り返した。実験は11人の被験者に対して行った。

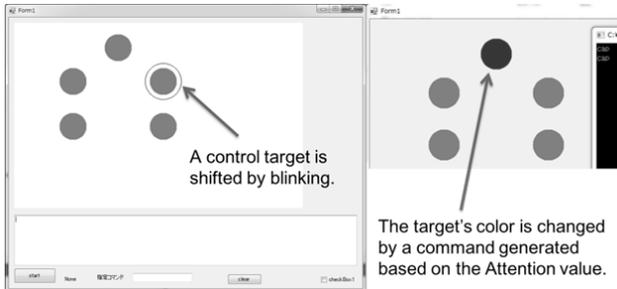


Fig. 2 PC application for experiment

4. 結果

実験の結果、11人の被験者による制御対象アプリケーションに対する操作にかかった時間を Fig. 3 に示す。操作にかかった時間は最大 120[s] から最短 13[s] と被験者毎にかなりのばらつきがある事が分かった。また回数毎に比較すると、2 回目の実験で最短の時間で操作を完了させることが多かった。いっぽうで、2 回目の実験でかかった時間が 1 回目にかかった時間よりも多くかかっている被験者が見られた (4 名)。1 回目の実験ではそれぞれの被験者毎の操作にかかった時間にばらつきが見られた。しかし、実験回数を重ねるごとに操作にかかる時間が短くなる人が増えた。

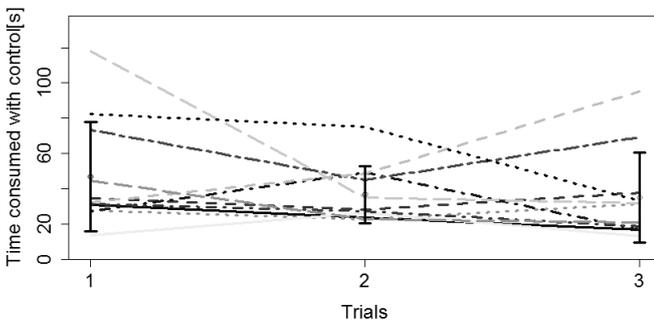


Fig. 3 Time consumed with control

5. 考察

実験では、2 回目の実験でかかった時間が 1 回目にかかった時間よりも多くかかっている被験者が見られた。これは、この制御対象アプリケーションではカーソルが一方向にしか動かせないため、一つのアイコンの色を変える操作に失敗すると、さらにまばたきによる操作でカーソルを一周移動させる必要が生じるためであると考えられる。このため、実験で用いたアプリケーションの操作方法は、まばたきと集中度により簡易に操作が可能であるいっぽうで、被験者が操作に失敗した場合に操作時間を要することを考慮する必要がある。また、本 BCI システムは集中をスイッチ (アイコン色の変更) として用いているため、一時的な疲れや集中力の減少も 2 回目における操作時間の増大に影響

していると考えられる。

実験回数が多くなるにつれて、操作にかかる時間が短くなる人が増えた。このことから本研究で構築した BCI システムは操作に慣れる事にかかる時間を一定に近づけていくことができると考えられる。

6. 結論

電極の装着のなどの BCI の課題を改善し、同時に少ない訓練時間で用いる事ができる BCI システムを簡易脳波計とタブレット端末により構築することが可能であることが分かった。今回提案した BCI では、集中とまばたきによる二つの操作を用いる。これは電極が 1 極のみの簡易脳波計で 2 つのボタンを持つコントローラを実現できたことを示す。また、本研究では、タブレット端末とネットワークを經由して制御対象へ操作情報を送る BCI システムを構築することで、簡易脳波計を用いて汎用的な BCI システムが実現可能であることを示した。提案システムによるリモコンやゲームコントローラを作ることが可能であり、電動車椅子の無線操作や Echonet Lite を介した家電操作への応用が可能であり詳細は今後報告する。

今後の課題は、操作信号の検出に集中する回数や時間をできるだけ少なくすること、集中による疲労を低減すること、また、判別手法の改善や複数電極のある簡易脳波計を用いることで、より多くの操作信号を検出することである。

参考文献

- (1) 中村翔太郎, 高橋弘武, 吉川大弘, 古橋武, 脳波を用いた手足の運動想起判別における準備電位の傾きを用いた特徴抽出法に関する検討, 知能と情報, vol. 22, no. 4, pp. 427-433, 2010
- (2) 吉竹一智, 増田侑也, 唐山英明, 集団同時脳波計測: P300の単試行検出精度の向上に向けて, 日本パーソナルリアリティ学会論文誌, vol. 18, no. 1, pp. 13-19, 2013
- (3) G. Edlinger, C. Holzner, C. Guger, C. Groenegress, M. Slater, Brain-computer interfaces for goal orientated control of a virtual smart home environment, 2009 4th International IEEE/EMBS Conference on Neural Engineering, pp. 463-465, 2009.
- (4) I T 事業部第二版 C) N P O 法人さくら会. NeuroSky 社 MindSet の評価, 2010 (オンライン, http://1gp.jp/dl/MindSetReport_v2.pdf).