

シリアスゲームを利用した BCI の制御能力向上方法の提案

日大生産工（学部） ○神野 貴之 日大生産工 古市 昌一
日大生産工（学部） 柳沢 一機 日大生産工 綱島 均

1. 概要

近年、体の不自由な方を対象とした生活支援[1]やリハビリテーション[2]等への応用を目的とし、脳と機械やコンピュータを直接つなぐインタフェース技術である BCI（Brain-Computer Interface）が期待されている。BCI の実用化に向けては、ユーザに大きく依存する BCI の制御能力を向上するための効果的なトレーニング方法の開発が必要である[3]。代表的なトレーニング方法の一つとしてニューロフィードバック方式（以下 NF）が知られている[4]。本方式は、BCI を操作するユーザの脳の活動状態を、ユーザ自身に提示することによりトレーニング効果を高めることが特長で、BCI の制御能力向上に効果があることが示されている。しかし、ユーザによっては測定が困難な場合があると同時に、画面表示によりフィードバックするコンテンツが単調なため、ユーザのモチベーションを持続するための方法の導入が求められていた。

上述した問題点を解決するためには、コンピュータゲームを教育・訓練等に活用するシリアスゲーム（SG）[5]を利用する方法が効果的であると考えられる。本稿では、BCIの制御能力向上を目的としたシリアスゲームの構築法を提案するとともに本方式の有効性の確認のために試作したシステムの概要を報告する。

2. 従来方式と問題点

従来のBCI制御能力のNFによるトレーニング法では、脳血流の変化を計測した結果から得られる情報をグラフ等により画面に表示し、ユーザがこの画面を見ることによって自分の脳の活性化状態の変化を知り、制御能力の向上を図ることを特長としていた（Figure 1）。BCI制御能力のトレーニングは長期間継続する必要があるが、内容が単調であるためにユーザがトレーニングに対する精神的な倦怠感を覚え、モチベーションの持続性に問題があった。

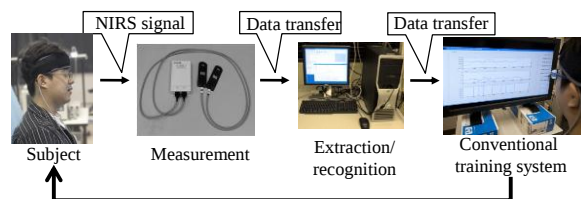


Figure 1. Conventional BCI Training System

3. 提案方式

上述した問題点は、ユーザに対するフィードバック内容の単調性に起因する。その解決法として我々が効果的だと考えるのは、モチベーションの持続に効果があるゲームの要素をフィードバック部分に導入することである。一般的に、人がゲームを行う目的は空想世界の探求、日常生活では実施できないことの体験等であり、ユーザが繰り返し実施したいという欲求を満たすための工夫（ゲーム性）が重要である。この要素を BCI の制御能力向上のためのトレーニングシステムへ導入するための方法を提案する。

本提案では、トレーニングを行うユーザが、様々な種類のシリアスゲームを用いてトレーニングすることができることが特長である。また、毎回トレーニングを実施する毎に自分及びその他ユーザのスコアが表示されることにより、自己スコアの向上を目的としたモチベーションの持続が可能であることが特長である。

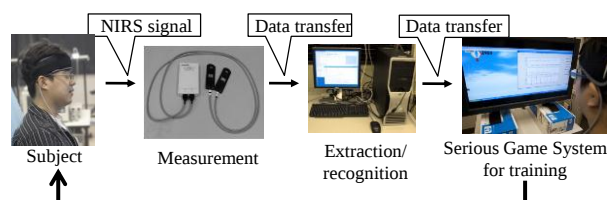


Figure 2. Proposed BCI Training System

これらを実現するため、ユーザインタフェースとなるシリアスゲームはプログラムとしての独立性を高める必要があり、BCI のインタフェース側とシリアスゲーム側とは、ソケット通信により実現する。BCI により計測した脳の血流変化は MATLAB により解析処理を行い、その結果をソケット通信によりシリアスゲーム側へ送信する。シリアスゲーム側ではこの

信号を入力としてゲームの制御を行う。
ソケット通信でBCIとシリアスゲーム間を連携させるため、通信インタフェースを備えた既存のゲームと連携させるのが容易であり、様々な種類のゲームをトレーニングで用いることが、効率良く実現可能である。本方式によるトレーニングシステムの構成図をFigure 2に示す。

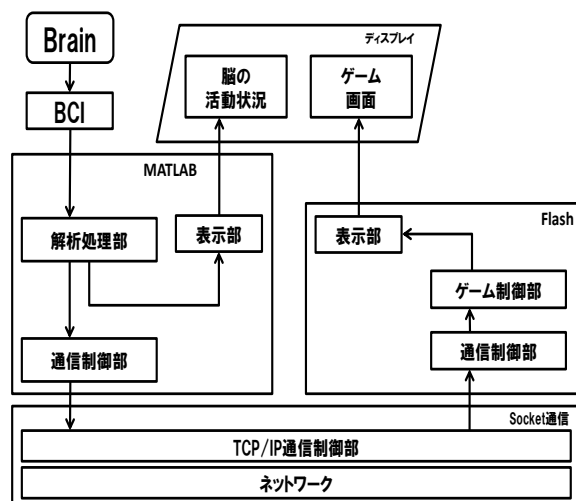


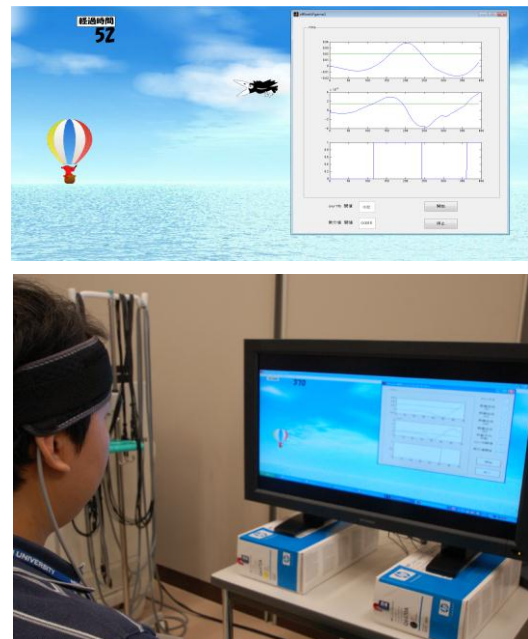
Figure 2. Overview of a Proposed Training System

4. 試作及び初期評価実験

本提案方式の有効性確認のため、シリアスゲーム BCTS(Brain Computer Training System)を試作した。本システムは、ユーザがBCIにより熱気球を上下させることによって画面上を右方向から次々飛来するカラスを避け、与えられた時間内にカラスと衝突した回数がスコアとして得られるシリアスゲームで、Flashにより新たに開発した。スコアを上げることがインセンティブとなってモチベーションを持続させることが特長である。同じインタフェースを利用することにより、Flash以外の言語で作成する多種多様なシリアスゲームと連携することが可能である。

BCTSの画面表示例をFigure 3上図に示す。

また、本提案方式の有効性確認のため、実施した初期評価実験中の様子をFigure 3 下図に示す。図からわかるように、ゲームを制御するための画面と、脳の血流変化の時間推移を示すグラフを重畳表示する。初期評価実験では、複数の被験者に対して5日間継続して本トレーニングを実施してもらい、スコアの変化を評価予定である。



5. おわりに

本稿では、シリアスゲームを用いた BCI の効果的トレーニング方法とその構築法を提案するとともに、本方式に基づき試作した BCTS の概要を示した。今後、初期評価実験を実施して本方法の有効性を確認するとともに、様々なシリアスゲームを開発することにより、BCI の能力向上に適したシリアスゲームの開発に活かすことが今後の課題である。

「参考文献」

- 2) Leigh R.Hochberg et al., “Neuronal ensemble control of prosthetic devices by a human with tetraplegia”, Nature, Vol.442, pp.164-171 2006
- 1) T. Nagaoka et al., “Development of a new rehabilitation system based on brain-computer interface using near infrared spectroscopy”, Advances in Experimental Medicine and Biology, Vol.662, pp.497-503, 2010
- 3) 浅賀恭平他, “近赤外分光法を用いた Brain Computer Interface に関する研究”, BPES 2010 第 25 回生体・生理工学シンポジウム論文集, 2011
- 4) 川人光男: 脳情報とブレイン・マシン・インタフェース, バイオフィードバック研究, 36 巻, 第 2 号, pp101-106, 2009
- 5) 大竹駿希他, “音楽療方向け多人数協調型音楽演奏シリアスゲームシステムの提案”, 第 10 回 情報科学技術フォーラム予稿集, J-014, 2011 文集, 第 594 号, 93-100, 2005.8