

EEG を用いた BMI システム構成のための運動時脳波に対する考察

Considerations for brain waves during exercise for the BMI system configuration using the EEG.

○岡安 弘貴（東海大学）, 黒岩 稔（東海大学）, 曲谷 一成（東海大学）

○Hiroki Okayasu (Tokai Univ)
Minoru Kuroiwa (Tokai Univ)
Kazushige Magatani (Tokai Univ)

Abstract: Our objective of this research is the development of methods that can be able to establish BCI using EEG. BCI is a direct communication pathway between a human brain and an external device. In this time, we analyzed the brain waves of the motor cortex, at the time it was an image when-motion exercise that I got of the temporal synchronization using the electromyograph.

Key Words: 制御機器, EEG, BMI

1. 研究目的・背景

本研究では、安全で非侵襲式で測定しやすい頭皮上脳波 (Electroencephalogram: EEG) を利用した BMI (Brain Machine Interface) システムの開発を目的としている。このシステムを確立することが出来れば、脳波を用いた機器制御を用いることで全身麻痺患者や身体障がい者の方々の QOL (Quality Of Life) の向上に貢献することが出来る。この実現のため、脳波計および、検出された脳波を判断しコンピュータやロボットアームなどの機器制御を行わせるためのシステムの構成および、測定した脳波から行うべき動作の判断・認識を行うプログラムの開発を行っている。

2. システム構成

我々の開発している BMI システムは、脳波を取得するための電極、取得した脳波の増幅を行う脳波計および、動作の解析、識別、判断を行うコンピュータからなる。このシステムでは取得した脳波を脳波計により増幅し、A/D 変換してコンピュータに取り込み、脳波の信号を解析してコンピュータに取り込み、特徴量を持った脳波の信号を利用して機器制御を行う。また、EEG を解析する過程を 5 つに分けることができる。Fig. 1 に BMI のシステムブロック図を示す。

1. 被験者の頭皮上から多チャンネル電極を用いて EEG を計測する。
2. 計測された EEG を脳波計で増幅し、フィルターにてノイズの除去を行う。
3. 得られた脳波のデータを A/D 変換してコンピュータに取り込む。
4. 計測された EEG データをコンピュータで識別し、動作の判定を行う。
5. 認識された動作を制御動作に割り当て、ロボットアームなどの機器制御を行う。

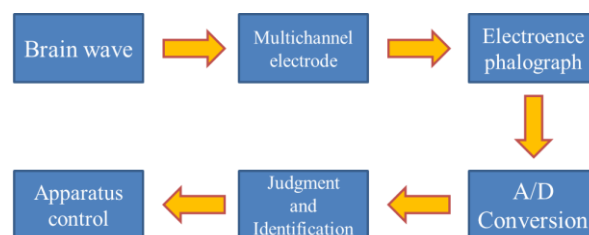


Fig.1 Tensile stress-strain diagram.

3. 実験システム構成

本実験では運動時の筋電位と脳波の時間的な波形の推移を測定するため、被験者が動かす身体の一部に筋電計を装着し、筋電位 (EEG) をトリガーにして脳波の測定を開始することでより時間的に同期のとれた運動時脳波を測定する。運動は連続して行い、この際得られた脳波に対して FFT 処理を行い解析を行う。

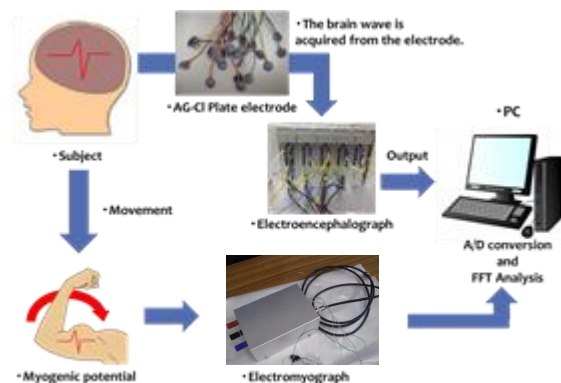


Fig.2 Experimental system configuration diagram.

4. 電極配置

本実験では一般的に使用されている国際 10-20 法に基づき電極配置を行い、電極を配置した。自作した脳波計を用いて運動野付近の脳波を導出する。正中中心部を基準点とし、さらにコモンとして耳朶に電極をクリップで挟み、固定した。この電極配置図を Fig. 3 に示す。図中赤いマーカーが印された箇所が本実験で使用した電極配置である。

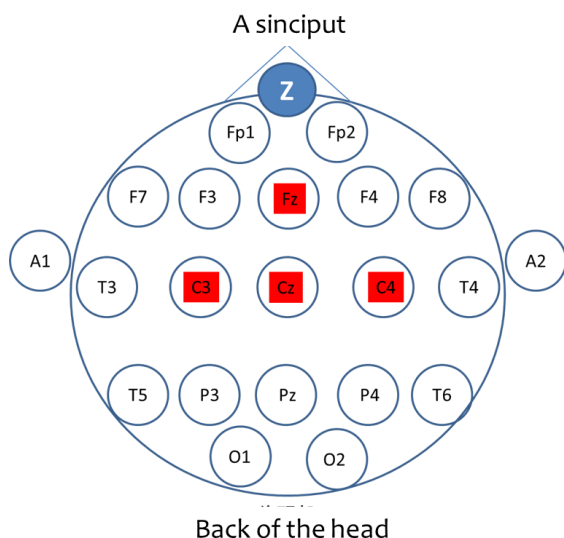


Fig.3 Figure of placement of the electrode.
(10-20 system for brain area location)

5. μ 波について

ここで本実験で注目している μ 波について述べる。 μ 波とは α 波帯域の一部である 7~11[Hz] 間に現れると言われ、運動の直前に減衰し、その直後に増幅するという特徴を持っていると言われている。我々はこの μ 波を用いることで脳波により機器制御が可能であるか検討を行っている。Fig. 4 に先行研究で行ったボタンを使った運動時の μ 波のパワーの時間推移を示す。図中の黒線はボタンを押した時間である。

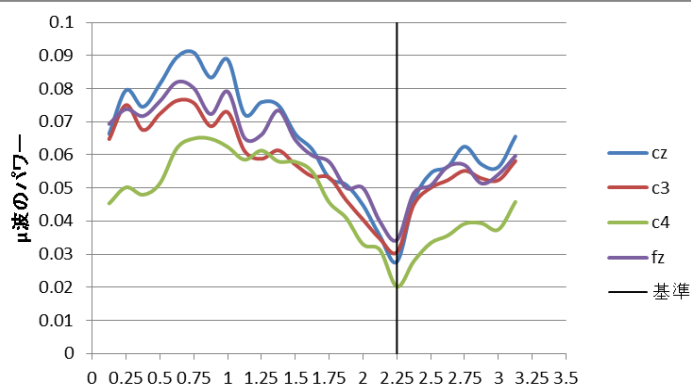


Fig4.Time course at the time of the exercise of μ wave

6. 実験方法

本実験では健康な被験者 1 名に対して作成したシールドルーム内で行った。被験者には作成したシールドルーム内でまず目を閉じてもらいリラックスした状態で被験者の自由なタイミングで運動を行ってもらった。運動の内容は利き腕 (本実験においての被験者の利き手は右腕であった) を肘を肘掛けについた状態で上下に動かす運動である。この運動を上腕二頭筋に取り付けた筋電計によって EEG を検出し、これをトリガーにして脳波を測定した。EEG の測定は双極導出法により行い、コモンを肘付近の筋肉の無い部分を選択した。脳波の測定時間は 10 秒間とした。

本実験の実験風景を Fig. 5 に示す。また、本実験に使

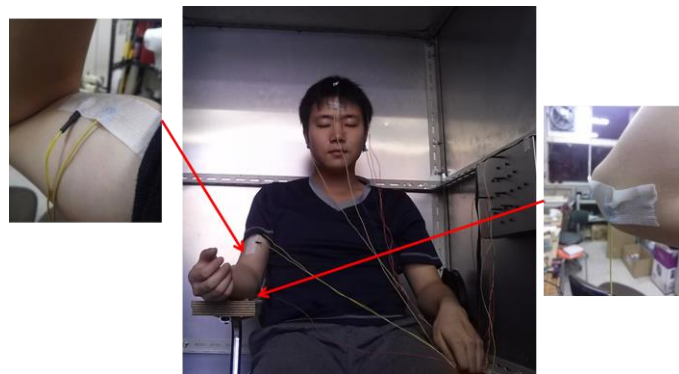


Fig.5 Experimental landscape.



Fig.6 Electroencephalograph and electromyography
用した脳波計および筋電系を Fig.6 に示す。

7. 実験結果

まず本実験の前に被験者の安静時の脳波を測定したので Fig. 7 に示す。

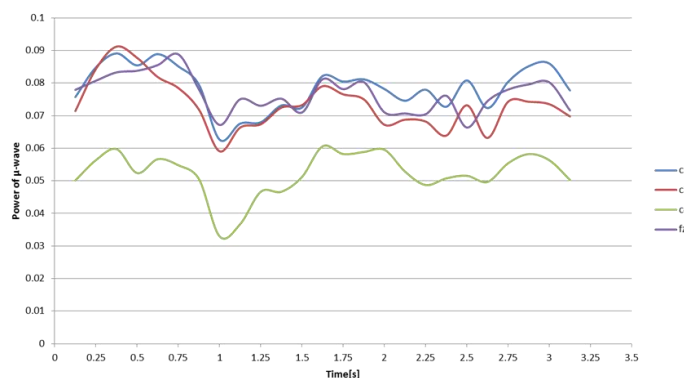


Fig.7 Time course of the rest of the μ -wave power

次に本実験の結果を以下の Fig.8 に示す。図中の黒の縦線は筋電のピーク値が見られた時間である。

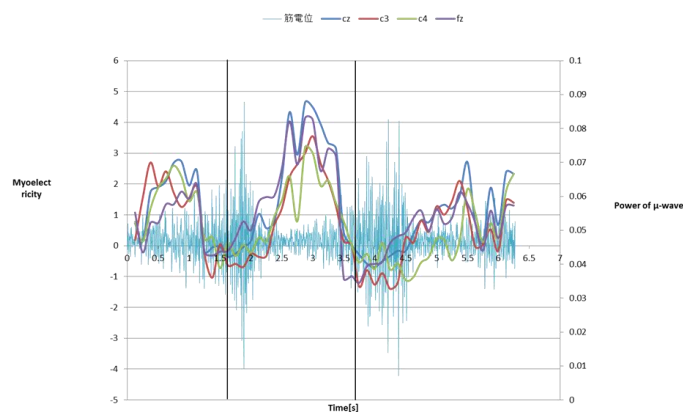


Fig.8 Time course at the time of the exercise of μ wave power

8. 考察

本実験より、先行研究では曖昧であった脳波と運動のより正確な時間的な同期と取ることが出来た。また、実験結果からわかるように安静時には μ 波は α 波と同様に比較的高い値を取り続けるが、運動の前後、すなわち筋電がピーク値をとる時間に対して、 μ 波のパワーは急激に減衰しその後また安静時と同じ状態に戻ろうとし、高い値を取ることがわかる。また、本実験で行ったように連続した運動に対しては μ 波はsin波のように減衰し、また増加する波形を取ることがわかった。これにより運動一つ一つに μ 波が反応するため、この特徴を用いた機器制御が可能ではないかと考えられる。

また本実験で選択した運動野付近のチャンネルの中でも特にC3にこの反応が顕著に得られた。C3から得られた脳波の移動平均を取ることによって細かな雑音を除去したグラフをFig.9に示す。

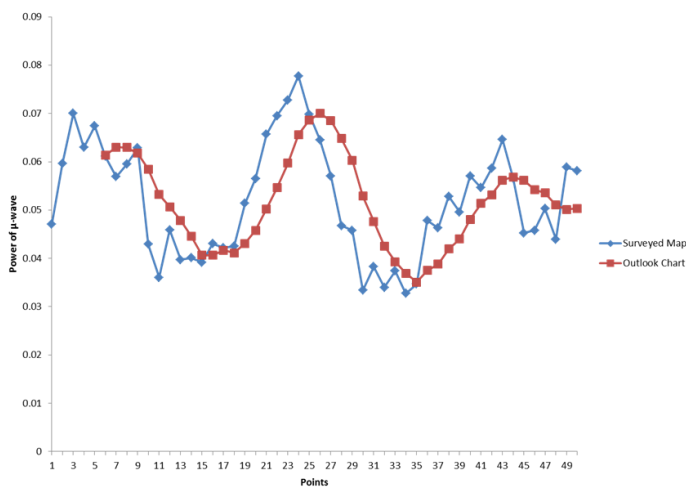


Fig.9.Moving average of the power of the C3 of the μ wave.

C3 に特徴が顕著に得られたのは被験者が右利きであったため、右半身を司る左脳の運動野付近であったためではないかと考えられる。

今後の展望

本実験により、上腕二頭筋の筋電をトリガーとした運動時の μ 波の特徴を得ることが出来た。しかし、一部のデータでは汗や動きによって電極のズレが生じるなど長時間における安定した脳波の測定が行えないため実験環境および実験器具の改善を行う必要があると感じられた。

今後は運動想起時にも同じように特徴が得られるのか検討すると同時に μ 波を利用したBMIシステムに発展させていく。

参考文献

- [1] 肥田陽介 前川大吉 曲谷一成 “BCIに用いる EEG 計測用アクティブ電極と 32ch 脳波計の開発” “SICE2011”