

脳波によるマウスカーソル移動の可能性の検証

白 香蘭[†] 早川 茂[†] 大木幹雄[†]

日本工業大学工学部情報工学科[†]

1. はじめに

近年のヒューマン・コンピュータインタフェースの進歩は、人間の意志をコンピュータに伝達する手段として、脳とコンピュータを直結するBCI (Brain Computer Interface) の時代に突入している。米国ブラウン大学では、すでに大脳運動連合野に埋め込んだ電極から、手の運動をつかさどるニューロンの動きを高精度で再現できるレベルまでに達している。これらのBCIは、脳内に電極を埋め込む方式の上に、カーソル操作等に関する信号解析を必要とする。BCIの将来の応用分野は、怪我や疾病で身体の動きが不自由な方に対する福祉機器の分野であり、脳内に電極を埋め込む方式は現実的ではない。そこで我々は、脳波によりどの程度の意志伝達が可能かを確かめることを目的に、マウス操作を頭脳で「念じた」とき、脳波に差異か、あるいはそれらの差異が実際の意志伝達の判断に利用可能かの可能性を探る実験を行った。

本稿では、これらの実験の概要と実験結果を中心に報告する。

2. 実験概要

実験概要は以下の通りである。

2.1 実験目的

カーソル操作を「念じたとき」の脳波を分析し、操作を正しく判断できるかの可能性と手順を明らかにする。今回の実験では、その可能性を検証することが目的であることから、「念じる」カーソル操作は、カーソルを「左に動かす」、「右に動かす」の2操作に限定した。

2.2 実験手順

実験は次の手順で行った。

- (1) 左右の動きに限定したカーソル操作を「念じた」ときの脳波の計測と差異分析
- (2) 「念じた」操作を判断する判別式の考察
- (3) 判別式に基づく操作と「念じた」操作との適合度の比較

2.3 実験方法

実験は、(株)脳力開発研究所の脳波計 Brain Builder unit を2セット用い、以下の要領で行った。

- (1) 被験者：男女数名
- (2) 実験時間：左右のカーソル操作を念じる時間は、1分間で、それぞれ交互に30秒間左右の動きを念じ、時間帯を変えて計測した。
- (3) 計測回数：100回
- (4) 計測環境：周囲から隔離された実験室
- (5) 計測ケース：目を閉じて念じる場合と画面上のカーソルを見て念じる場合2ケース。

3. 分析結果

脳波計は、脳波によって生じる微弱電圧 (μV) (以後、単に脳波と呼ぶ) を1秒間隔で測定し、周波数帯 (1~23Hz) ごとに出力する。これらの脳波データをもとに次の比較を行った。

(1) 念じた脳波の直接比較分析

左右の操作を念じた脳波データをもとに折れ線グラフや散布図を作成し、直接比較を行った。右の動きを念じたときと左の動きを念じたとき、それぞれについて特徴がないか調べたが、電圧の変動が激しく、一つ一つの脳波データごとに差異が大きいことから、差異を見出せなかった。

(2) 念じた脳波の相関分析

左右の操作を念じた30秒間の計測脳波データに相関があるか、周波数ごとに念じた脳波の左右間の組み合わせ4通りを比較して、有意な相関が現れたのは10.6%、右同士間、左同士間では60.4%であった。

(3) 念じた脳波の差異分析

どのような操作を念じたのかの判断は、念じ始めてから3秒間は雑音データの発生が多いため、その間を除いた3秒の範囲で求めた。その結果は、図1で示すとおり、脳波に差異が現れた。横軸は周波数 (Hz)、縦軸は電圧の差異 (μV) である。脳波電圧の差異の高かった7Hzから15Hzまでの周波数の標準偏差を図2に示す。図1より、7Hz, 11Hz, 12Hz, 13Hz, 14Hz, 15Hzで左右の脳波の差異が0.5 μV を超えており、7Hz

A Validation of Mouse Cursor Movement Using Brain Waves

[†]日本工業大学工学部情報工学科

Nippon Institute of Technology

の差異が特に高く、「右に動かす」と念じたときの方がそうでないときよりも電圧が高くなることがわかる。しかし、7 Hz では標準偏差が大きく示しており、左右の脳波の差異の比較に用いるのは難しい。

(4) 操作の判別式の導出と適合度比較

左右の操作を念じたときの脳波の差異が特に高かった 7 Hz, 11 Hz, 12 Hz, 13 Hz, 14 Hz, 15 Hz の周波数に対して測定脳波データ 100 件について、脳波データで脳波電圧の差異が現れる割合を調べた。分析は 7 Hz と 11 Hz から 15 Hz までの周波数と、6 つの周波数をもとに合計値をとる組み合わせ（例えば、7 Hz + 11 Hz, 7 Hz + 11 Hz + 12 Hz, など）62 通りに対して行った。結果は次のとおりである。

各周波数の差異の現れる割合を図 3 に示す。各周波数と周波数の合計値をとる組み合わせで差異の現れる割合の最も高かったものは、11 Hz, 12 Hz, 14 Hz の周波数の組み合わせで、64% の確率で左右の脳波に差異が現れることがわかった。

4. まとめと考察

分析の結果、次の手順で、脳波を用いることでマウスのカーソル操作を行える可能性があることが判明した。

- (1) 事前に被験者に対し、左右どちらかのカーソル操作を念じたときの脳波を測定する。
- (2) 脳波を 3 秒～5 秒間計測し、操作判別式として、11 Hz, 12 Hz, 14 Hz の周波数の合計値をとる組み合わせを用いると 64% 以上の適合度で、左右の操作を念じた脳波に差異が現れる。事前に測定した脳波データと比較することで左右のカーソル操作を判断することが出来る。
- (3) 左右の操作を念じるときは、「カーソルを直視し、念じる」ときが、「目を閉じて念じる」よりも適合率が高くなる。

脳波の直接測定から、左右の操作を念じたときの脳波データから左右の操作を判別することが「ある程度」可能になったが、必ずしも 100% の適合度ではない。また、個人差が大きいため、脳波以外の肉体的な操作データを利用することで、適合度を高める必要がある。

5. おわりに

本稿では脳波計 Brain Builder unit を用いて

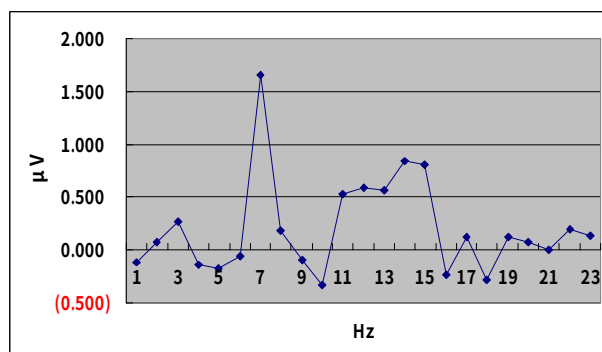


図1 左右の操作を念じたときの脳波電圧の差異

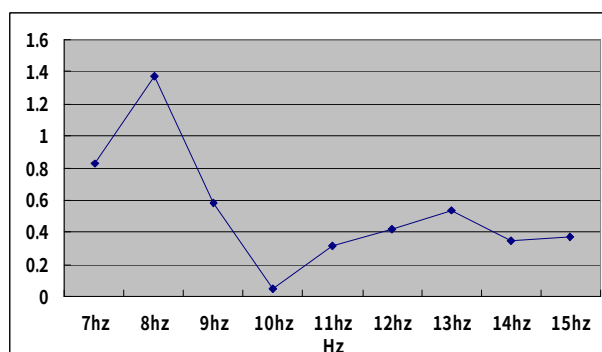


図2 左の操作を念じたときの周波数（7から15Hz）の標準偏差

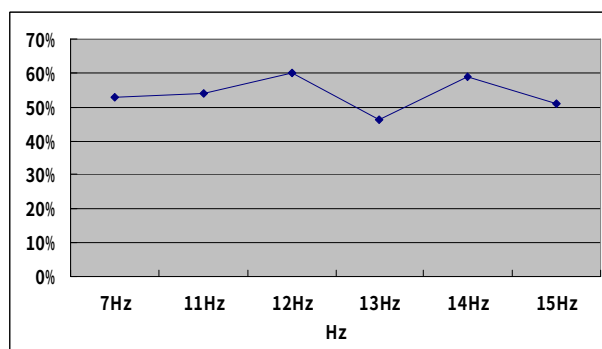


図3 7 Hz と 11 Hz から 15 Hz までの周波数で脳波に差異の現れる割合

脳波の直接測定によるコンピュータのマウスのカーソル操作の可能性について報告した。しかしながら、信頼性と適合率の向上に課題が残されている。

参考文献

- 1) 川上考志, 井上倫夫, 小林康浩, 加納尚之, 中島健二: 事象関連脳電位を利用したALS患者のための意志伝達補助, 情報処理学会論文誌, Vol.38, No.12, pp.2458-2467 (1997) .
- 2) 山田奨治: 脳波キーボードの入力速度向上手法と評価, 電子情報通信学会論文誌 A, Vol.J79 A, No.2, pp.329-336 (1996) .