

意思決定支援 Brain-Machine Interface における

選択事象推定精度向上のための脳波解析

服部 絵梨佳・小越 康宏 (福井大学大学院工学研究科)

1. はじめに

病気の進行により会話が困難になった人の意思決定を支援するために患者の残存機能を利用した様々な機器が提案されている。近年, Brain-Machine Interface が脚光を浴び, 脳波から文字入力する様々な手法が提案されている。その一つに事象関連電位を用いて 9 個のイラストから使用者が選択したイラストを推定する手法がある [1]。試行回数を増やすことで推定精度は向上するが, 使用者にかかる負担は大きくなる。本研究では使用者の負荷軽減に繋がるような刺激映像の呈示方法と推定精度向上のための判定方法を以降に示す提案手法で検討した。

2. 提案手法

被験者に呈示映像を見せ, その時の脳波を計測し, 得られた計測データから被験者の意思決定を推定する。

2.1 実験方法

2.1.1 計測方法

国際電極法 10-20 法に従い Fz, Cz, C3, C4, Pz の 5 電極を頭皮に設置した。脳波の収録機器は携帯型多用途生体アンプ PolymateAP1532 TEAC 社製を使用した。被験者はシールドルーム内のモニターの前に設置された椅子に座り, 実験を行う。被験者は 9 個のイラストから 1 つのイラストを標的刺激として選択し, 標的刺激を注視してそのイラストがフラッシュした回数を数えた。この計測を 9 個のイラスト全てに対して行う。

2.1.2 刺激呈示条件

呈示映像では 9 個のイラストが 3 行 3 列に並んでおり任意の行か列がランダムにフラッシュする。目の疲労を考慮し, 呈示映像の中間付近に 20 秒間の休憩を設けた。

利用者の負荷軽減に繋がるような提示方法を検討し, 実験時に被験者は標的刺激を注視することや, 刺激呈示回数を 75 回, 呈示時間 1.0 秒, 間隔時間 1.0 秒と定めた。

2.2 事象関連電位の算出

事象関連電位とは, 光・音などの刺激や指の曲げ伸ばしのような運動に対応して生じる脳電位であり, 加算平均処理を行うことで求められる。特定の事象に反応した場合, P300 と呼ばれる陽性電位が刺激呈示後約 300ms 後に出現し, 中心頭頂部で最も大きく記録される。

2.3 選択事象の推定方法

1 つのイラストを標的刺激と仮定し, それ以外を標準刺激として加算平均処理を行った後, それぞれ 4 つの指標に基づき特徴量を求める。これを 9 個のイラスト全てに対して行い, 求めた値が一番大きいものをそれぞれの指標における被験者の選択事象と推定する。

指標 1: 標的刺激の陽性電位の最大値 V_{P300}

指標 2: V_{P300} と標的刺激の陰性電位 V_{N200} の差 V_{target}

指標 3: 標準刺激の陽性電位と標準刺激の陰性電位の差

$V_{standard}$ を求めた後, 式(1)のように標的刺激と標準刺激の振幅の差 V_d を算出する。

$$V_d = V_{target} - V_{standard} \quad (1)$$

指標 4: V_{P300} までの時間 t

指標 1~4 について Fig. 1 に示す。

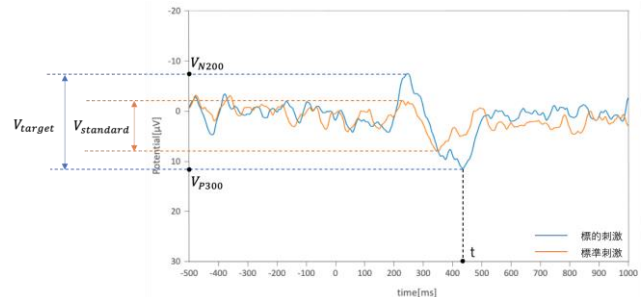


Fig. 1 意思推定に用いる特徴量

3. 結果および考察

実験は, 健常男性 4 名 (平均年齢 23.8 ± 0.4 歳) で行い, 先述した指標を用いて意思推定を行った。Table 1 に被験者 A の指標 1~4 における選択事象の正解率を示す。

Table 1 被験者 A の指標 1~4 における正解率

	指標1	指標2	指標3	指標4
正解率	55.6%	88.9%	77.8%	33.3%

Table 1 より, 被験者 A は指標 2, 3 の正判定率が高く, 有効な指標であることが分かった。また, 式(2)の判定式を用いて意思推定したところ, 全ての選択事象を正しく推定することができ, 複数の指標を組み合わせることで, 推定精度の向上が見込まれる。

$$\text{判定式} = \sum_{i=1}^4 \text{指標 } i \text{ の重み} \times \text{指標 } i \text{ の値} \quad (2)$$

その他の被験者では, それぞれ有効である指標や正判定率が異なり, 判定式を見直す必要がある。

4. まとめと展望

利用者の負荷軽減に繋がるよう刺激呈示条件を設定した。また, 作成した指標を用いてそれぞれの特徴量を求め, 4 つの指標を組み合わせた判定式を用いて推定することで, 推定精度の向上が見込まれることが分かった。今後は, 判定式を用いて精度の向上を目指すとともに, イラストを階層化することで, 意思決定の選択肢を増やすなどユーザビリティの改善についても検討したい。

謝辞

本研究は科研費 18K02896 の助成を受けました。

参考文献

- [1] 高井英明, 南哲人, 長谷川良平. P300 に基づく認知型 BMI における効率の良い刺激呈示方法の検討. 日本感性工学会論文誌 Vol. 10, No. 2, pp. 89-94 (2011)
- [2] 加賀佳美, 相原正男. 特集「脳機能系速報を基礎から学ぶ人のために」, 臨床神経生理学, 41 巻, 2 号, pp. 80 (2013)