

BCIによるWebブラウザ操作

荒谷 優也[†] 川越 恭二[†]

[†]立命館大学 情報理工学部

1 はじめに

近年, 脳波を用いた入力方法としてBCI(Brain Computer Interface)が注目され, BCIによる文字入力などの多くの研究が行われている. 従来のBCIには, 仮想キーボードの点滅に対する生理的反応を利用した方法[1]があるが, 視線を画面外に向ける必要がある.

本研究ではBCIによるWebブラウザ操作を実現するために, 脳内想起中の脳波データを利用する方法を提案する. 具体的には, 取得した脳波データをSVMにより分類し, 想起した操作内容を推測する. ブログなどにおける重要度の高い次と前ページへの移動を対象にBCIによるWebブラウザ操作が可能であることを示す.

2 関連研究

既存のBCIにはL. A. Farwellらによって研究された, P300と呼ばれる脳の生理的反応を利用したキーボード[1]がよく使われている. Emily Muglerらはそのキーボードを用いてWebブラウザ操作を実現した[2]. しかしながら, 仮想キーボードを利用するため, 視線を画面外に向ける必要がある.

本研究では生理的反応ではなく想起時の脳波データの値を利用するため, 視線移動の必要をなくすることができる. また, 仮想キーボードを使うことなく操作することができる.

3 提案方式

3.1 SVMモデル作成について

予備実験よりユーザ毎に脳波識別を行うのに最適な脳波の種類組み合わせが異なることがわかった. そのためユーザ毎に学習データ収集とSVMモデルの作成を行う. 予備実験に関しては4.1節で記述する.

学習データ収集は次前ページの想起を各30秒間行う. 各前半15秒は検証用SVMモデルのためのデータ,

各後半15秒は検証データとする. これらを使って961通りの組み合わせで正答率を計算して最も正答率の高い11個の組み合わせを使い, 60秒の学習データから想起判断用のSVMモデルを作成する.

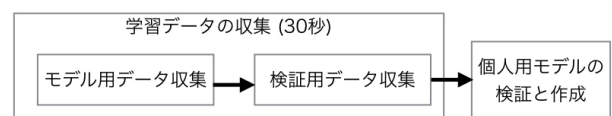


図1: SVMモデル作成の流れ

3.2 想起判断手法

想起判断には30秒間で取得した約100件の脳波データと3.1節で作成した11個のSVMモデルを使って2クラスの想起判別を行う. 1サンプリングで得られたデータをSVMで判別する. モデル毎にクラス判断結果が得られるので, 最も選択されているクラスをそのサンプリング時のクラス判断結果とする.

想起判断にはキューを使用する. クラス判断結果Nとクラス判断結果N-1を比較して一致していればキューに追加する. キュー内に存在するクラス判断結果の偏りが閾値を超えたものを想起判断結果とする. もしも閾値を超えることがなければ最もクラス判断されたものを想起判断結果とする.

3.3 ブラウザ操作方法

ブログサイトのHTMLのID, class属性より次ページ前ページのリンクを取得し, 想起判断結果と対応するリンクを選択して自動でクリックさせることによりBCIによるWebブラウザ操作を実現させる. リンクの取得およびクリックはWebブラウザ操作の自動化ツールであるSeleniumを利用する.

4 実験結果

本研究ではEmotiv社が開発した脳波計測装置であるInsightを使って実験を行った. 実験は4人に対してリンク置き換えなし, リンク置き換えあり, リンク置き換えとフィードバックありの3つを行った.

Operation Estimation for a BCI-based Web Browser
Yuya ARATANI[†], Kyoji KAWAGOE[†]

[†]College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

脳波の組み合わせは10ビットの識別番号で表現する。上位5ビットが拡張10-20法における電極位置、下位5ビットが脳波の種類とし、上位から順にAF3, AF4, T7, T8, Pz, alpha波, low-beta波, high-beta波, gamma波, theta波となる。例えば01001 10100はAF4, Pzのalpha波とhigh-beta波を使用したと読む。

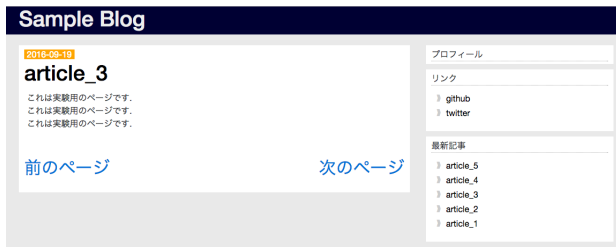


図 2: 実験で使用したブログページ

4.1 予備実験: Leave-one-out による交差検証

図 2 のページを使って、次ページと前ページの移動の想起を各 30 秒間行い、Leave-one-out による交差検証を行った。

平均 90%の精度で脳波判断を行えることがわかった。また、ユーザごとに適切な脳波の組み合わせが異なっていることがわかった。

表 1: 予備実験結果

| 識別番号 | ユーザ 1 | ユーザ 2 | ユーザ 3 | ユーザ 4 | 平均正答率 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 00111 01111 | 87.8% | 79.7% | 95.9% | 91.4% | 88.6% |
| 00111 10111 | 88.3% | 81.3% | 95.9% | 90.6% | 89.0% |
| 00111 11001 | 90.6% | 79.0% | 89.1% | 83.9% | 85.6% |
| 00111 11011 | 90.4% | 80.5% | 92.7% | 93.2% | 89.2% |
| 00111 11111 | 90.9% | 81.3% | 96.6% | 93.2% | 90.4% |
| 01011 01101 | 81.5% | 81.5% | 92.2% | 85.4% | 85.1% |
| 01011 01111 | 83.8% | 82.0% | 93.0% | 91.4% | 87.5% |
| 10111 10110 | 76.7% | 69.6% | 92.0% | 96.4% | 83.5% |
| 11011 01111 | 79.9% | 81.3% | 93.0% | 85.4% | 84.9% |
| 11111 01110 | 69.3% | 66.6% | 90.7% | 96.1% | 80.5% |

4.2 実験 1: リンク置き換えなし

実験 1 は図 2 のページを使って行った。キューのサイズは 3, 閾値を 3 に設定した時、正答率は 75.0%と最も高く、最も短い時間で判断をすることが可能であった。

4.3 実験 2: リンク置き換えあり

実験 2 は図 2 のリンクの背景を前ページは赤色、次ページは緑色に変えて実験したものである。

最も正答率が高く、短い時間で判別が可能だったのは、キューのサイズ 2, 閾値 1 の時であり、正答率 75.0%, 判別時間 0.975 秒であった。しかしながら閾値 1 というのは初めに連続して同じクラス判断が行われたとい

うことであり、誤判断の危険性が高い。そこで、閾値を 4 に変えると正答率は同じままで判別時間は 1.275 秒であった。比べると時間がかかってしまうが、突発的な誤判断の危険性を少し抑えることができる。

4.4 実験 3: リンク置き換えとフィードバックあり

フィードバックとは、実験 2 のページを使い、リンク上部に現在の偏りをパーセント表示させるものである。この値を大きくすることも意識しながら想起を行う。

キューのサイズ 7, 閾値 6 の時、正答率 79.2%, 判別時間 2.59 秒と最も良い精度を出すことができた。また閾値が 6~15 の時の正答率は 79.2%であった。

表 2: 実験結果

| | キューのサイズ | 閾値 | 平均正答率 | 平均秒数 |
|------|---------|----|-------|------|
| 実験 1 | 3 | 3 | 75.0% | 2.33 |
| | 20 | 11 | 75.0% | 6.86 |
| 実験 2 | 2 | 1 | 75.0% | 0.98 |
| | 4 | 4 | 75.0% | 1.58 |
| 実験 3 | 7 | 6 | 79.2% | 2.59 |
| | 16 | 15 | 79.2% | 5.98 |

5 まとめ

全ての実験において 75.0%以上の精度で判断することができ、BCI による Web ブラウザ操作が可能であることがわかった。実験 3 ではフィードバックを用いることで、実験 2 よりも想起判別に時間が必要となるものの、安定した想起をさせることができ、精度が良くなった。

今後は精度を Leave-one-out による交差検証に近づけるため、新たな想起判断手法を考案し、検証する。

6 謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 26540047 の助成を受けた。

参考文献

- [1] L. A. Farwell and E. Donchin, Talking off the top of your head: toward a mental prosthesis utilizing event-related brain potentials, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, Vol.70, pp.510-523, 1988
- [2] Emily Mugler et al. Control of an Internet Browser Using the P300 Event Related Potential, *International Journal of Bioelectromagnetism*, Vol.10, pp.56-63, 2008
- [3] 坂元佑弥 他, SVM を用いた記憶想起時の脳波からの認知状態判別, 情報処理学会全国大会論文集, 2008