

フィードバックを用いた NIRS によるメニュー選択課題の評価

～メニュー選択システムの開発～

Evaluation of Menu Selection Task Using Feedback Signal of NIRS

～ Development of the Menu Selection System ~

○中田勇気, 花房昭彦 (芝浦工業大学)

Yuuki NAKATA, Akihiko HANAFUSA, Shibaura Institute of Technology

Abstract: The importance of “communication” for persons with severe disabilities is increasing. Therefore, the number of studies of brain computer interfaces that use bio-logical signals from the brain as input signals to operate machines or PCs is expanding. The developed system uses a near infrared spectroscopy (NIRS) that can measure brain activity by variation of oxyhemoglobin (Oxy-Hb) in the blood flow of brain cortex. The menu ‘a’, ‘b’, ‘c’, ‘d’ and ‘e’ are blinked sequentially on the screen in every 10 seconds and the variation of Oxy-Hb of subjects are measured during they perform words association tasks during menu ‘c’ is displayed. The Oxy-Hb signal is approximated by spline function using nodes defined in every 5 seconds. And the maximum value(Max Oxy-Hb), the difference between start and peak(Δ Oxy-Hb) during the target menu is blinked were measured. The menu was determined in three different ways :Max Oxy-Hb, Δ Oxy-Hb, and Support Vector Machine(SVM). As for SVM, Oxy-Hb signal during the target menu and other menus of first trial was input as a teacher signal. As a result of 5 trials by three subjects. Success rate by SVM is the highest for subject A, and subject B. However Max Oxy-Hb method is the highest for subject C. The selection appropriate channel and selection method by the langut value obtained should be investigated for the future study.

Key Words: Near infrared spectroscopy (NIRS), Brain computer interface, Oxyhemoglobin (Oxy-Hb)

1. 序論

重度の障害者を取り巻く環境が大きく変化して、自己決定、社会参加等がますます重要視されるようになり、本人の意思を相手に伝える「コミュニケーション」の重要性がよりいっそう増してきている。

近年、Brain Computer Interface (BCI) の研究が盛んに行われている⁽¹⁾。BCI は、脳の活動を入力として身体的な動作を介さず直接機械 (PC など) を操作しようとするシステムである。このため、筋委縮側索硬化症 (ALS) 患者、筋ジストロフィー患者等の身体が不自由な人が意思を伝達することを補助するシステムとして期待されている。既存の意思伝達装置として NIRS (近赤外線分光測定法) を用いた「心語り」が開発されている。「心語り」は、周りの人からの質問に対して Yes/No で答える事ができる装置である⁽²⁾。

本研究では、前頭前野の脳活動を利用して、脳活動の有無の切り替えによってメニュー選択を行うための NIRS による BCI を試作し、そのメニュー選択方法について検討を行った。

2. NIRS 計測装置とは

NIRS は、近赤外線を頭表面より照射し、組織を透過してきた光を分析する事により、血管中のヘモグロビン酸素化状態を計測し、主に大脳皮質の活動状態を調べることができる装置である⁽³⁾。複数の照射、受光用プローブを有し、活動部の場所を推定することができる。本研究では、日立メディコ製の ETG-4000 を使用した。

3. NIRS による計測実験

3.1 実験目的

メニューの選択処理を行った時に、NIRS の計測結果の Oxy-Hb (酸素化ヘモグロビン) によって所望とするメニューが選択できるかどうかを目的として実験を行った。

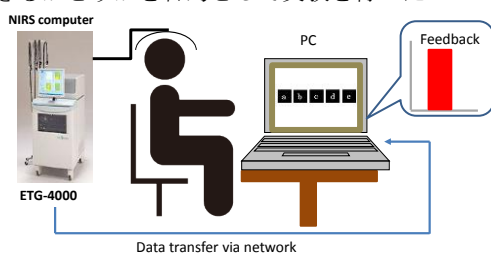


Fig.1 Configuration of the measuring system using NIRS

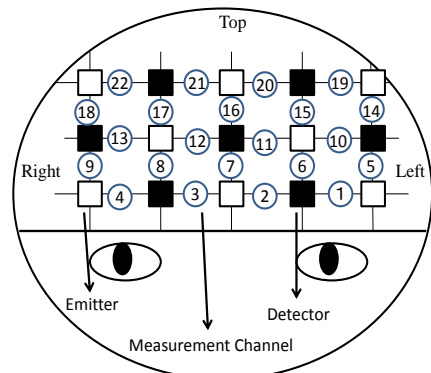


Fig.2 Probe placement

3.2 実験方法

実験装置の構成図を Fig. 1 に示す。a, b, c, d, e と PC 上のメニューが順次点灯するので、目的とするメニューが表示された時、指定したタスクを行わせた。ch. 1 (前頭葉左側), ch. 5 (前頭葉左側), ch. 9 (前頭葉右側) の、平均処理をフィードバックに用いた。

PC 上のバーは、NIRS 装置から LAN を介して 100[ms] 間隔で Oxy-Hb データを入力し、該当チャンネルの平均濃度変化に応じて上下するようにした。実験では、所望のメニュー表示時に頭文字が「あ」の単語を想起させた。被験者は 3 名で、5 回ずつ行った。なお、被験者に対しては、文章によるインフォームドコンセントを得た。

計測は、各メニューの表示時間を 10[s] ずつにし、計 50[s] で行った。本研究では選択するメニューは c (表示時間 20-30[s]) に固定した。また、ヘモグロビン (Hb) 濃度変化の単位は「濃度変化×光路長」を意味する [mol/l・mm] である。Fig. 2 にプローブの配置を示す。前頭前野を覆うように額にプローブを付けた。

3.3 信号処理方式

NIRS により計測した Oxy-Hb データには、上昇または下降する「トレンド」が含まれる。線形近似式と差をとってこのトレンドを除去した後、概略の傾向を観察するため、さらに三次のスプライン関数で近似を行った (Fig. 3)。スプライン関数の節点は、5 秒間隔で 11 点置いた。なお、スプライン関数で近似を行ったデータに FFT をかけた結果心拍成分は除去さ

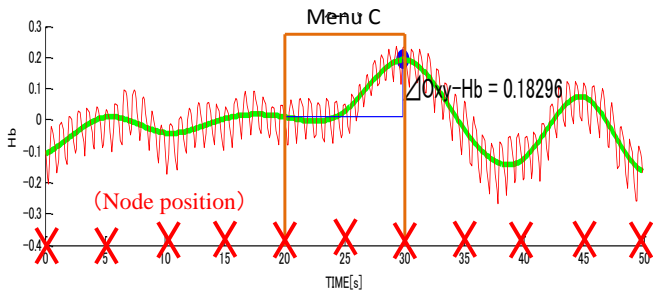


Fig.3 Signal processing method

れていた。Fig.3 はメニューc の Δ Oxy-Hb の算出例である。ここで Δ Oxy-Hb は、メニューc 開始時の値とメニューc 開始～終了までの極大値との差である。

3.4 実験結果と考察

本研究では、Max Oxy-Hb, Δ Oxy-Hb, Support Vector Machine (SVM)を用いたメニュー判別法の3種類のメニュー判別方法による正答率の比較を行った。

(1) 最大値によるメニュー判別法

各メニュー (a~e) の表示時間帯, Ch. 1, Ch. 5, Ch. 9 の信号処理後の Oxy-Hb 最大値を算出した後, それを平均し値が最大となったメニューが選択されたものとした。Fig.4 は, 被験者A の最大値によるメニュー判別の結果である。Fig.4 より, 計測1回目と2回目, 5回目でメニューc の値が最大となっていた。

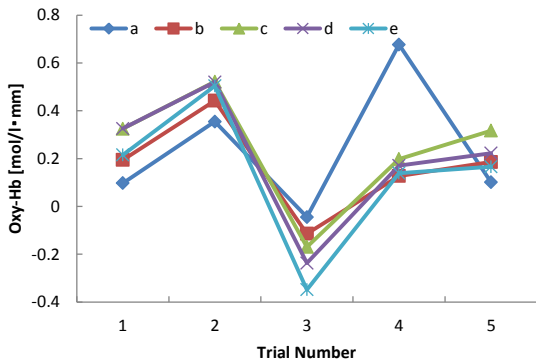


Fig.4 Max value of Oxy-Hb in each trial (Subject A)

(2) Δ Oxy-Hb によるメニュー判別法

各メニューの, Ch. 1, Ch. 5, Ch. 9 の Δ Oxy-Hb を算出した後, 平均し値が最大となったメニューが選択された。

Fig.5 は被験者A の Δ Oxy-Hb によるメニュー判別の結果である。値が負になった場合は0とした。5回目の計測でメニューc の値が最大となっている。

(3) SVM によるメニュー判別法

メニュー判別のために, データの学習・識別器に Support Vector Machine (SVM) を用いた。計測1回目のタスクを行っている時とタスクを行っていない時の Oxy-Hb の時系列データを, SVM の学習データとして用いた。1回目の学習データを用いて, 残り4回分のデータの判別を行った。

Fig.6 は3種類の判別法による正答率を表したものである。被験者A と被験者B は, SVM による判別の正答率が最も高くなった。一方, 被験者C ではMax Oxy-Hb による判別の正答率が最も高くなった。 Δ Oxy-Hb による方法では, 被験者A, C で5回中1回の正答率, 被験者B では1度も成功しなかった。

3種類の判別法による判定結果をまとめた結果を Table 1 に示す。

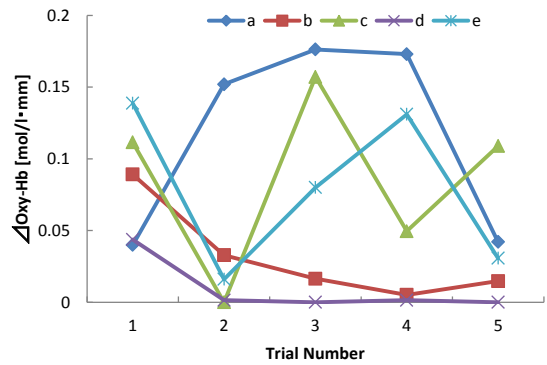


Fig.5 Δ Oxy-Hb in each trial (Subject A)

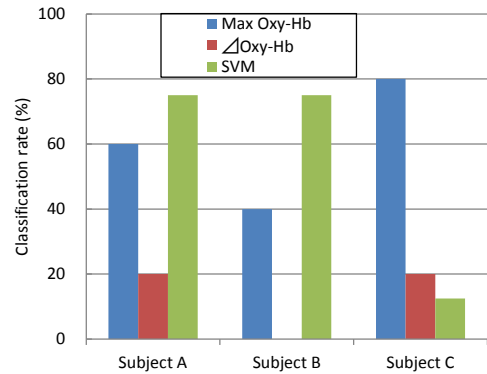


Fig.6 Classification rate by each subject

Table 1 Result of menu selection

	Trial	1	2	3	4	5	Rate(%)
Subject A	Max Oxy	c	c	a	a	c	60
	Δ Oxy	e	a	a	a	c	20
	SVM		d	c	c	c	75
Subject B	Max Oxy	e	e	e	c	c	40
	Δ Oxy	d	e	a	b	d	0
	SVM		c	c	d	c	75
Subject C	Max Oxy	c	d	c	c	c	80
	Δ Oxy	c	b	a	d	d	20
	SVM		a,c	a,e	d	b	【12.5】

4. 結論

メニューの表示を行いながら NIRS で脳活動の計測を行った。スプライン関数で近似を行い, 3種類のメニュー判別方法で判別率の比較を行った。その結果, 被験者A と被験者B で SVM による判別率が最も高くなった。被験者C では, Max Oxy-Hb による判別率が最も高い結果となった。

今後は, 判別率精度向上のために, 学習・判別に用いるデータの選別手法やタスクの設計についてさらに検討を行う必要がある。また, 本研究では学習・判別に SVM を用いたが, 他の判別手法についても検討していく必要がある。

参考文献

- (1) 櫻井芳雄, ブレインマシーン・インタフェース最前線, 工業調査会, p.8, 2007.
- (2) 小澤邦昭, 脳血液量変化を利用した Yes / No 判定装置とその使用ノウハウ, リハ工学カンファレンス展示資料, p.1, 2005.
- (3) 西牧謙吾, 脳科学と障害のある子どもの教育に関する研究, 国立特殊教育研究所「課題別研究報告」, p.43, 2008.