

脳波による 2 値判定アルゴリズムの研究

A study of two value judgment algorithm by using brainwave

長井 祐馬 木村 誠聡

神奈川工科大学大学院 工学研究科情報工学専攻

1. はじめに

2014 年では、全国には身体障がい者が 366.3 万人おり、そのうち在宅の身体障がい者は 357.6 万人を占める[1]。全身麻痺などの重度の身体障がい者は、介護がなければ普通の生活を送ることすら困難である。昨今、加速度センサやタッチパネル、モーションキャプチャなどの NUI(Natural User Interface)デバイスの登場・普及により我々は自然で直感的な操作を行えるようになってきている。しかしながら、全身麻痺等の重度身体障がい者にとって現行の NUI のデバイスは、ほとんど扱えない。そこで本研究では、生きている人間が誰でも持つ生体信号である脳波に着目する。

脳波は、臨床医学の実験、福祉、ロボット工学といった様々な分野で使われている。よく脳波判別の基準として使われる α 波、 β 波と呼ばれる波がある。安静時、閉眼時に強く現れるのが α 波[2]、集中時に強く現れるのが β 波[3]と言われている。この強く現れるという表現は、人間の主観によるところが大きく、個人によって基準を具体的に定量化することはほぼ不可能である。よって「 α 波が強く出ている」、「 β 波が強く出ている」といった人間の曖昧な表現を扱える手法が必要となる。本稿では取得した脳波からファジー推論[4]による 2 値判定するアルゴリズムを提案しそれについての検証について述べる。

2. 提案するアルゴリズム

本研究では、簡易脳波計測装置 B3Band[5]を用いて脳波を取得する。精神活動状態(思考・集中等)ならば「真」と判定し、それ以外の状態を「偽」という判定を行う。使用する手法は、ファジーの直接法(Min-max)を使用する。使用する周波数帯域は、 δ (0.25-3.0Hz)、 θ (4.0-7.0Hz)、 α (8-12.0Hz)、 β (13-30Hz)、 δ (30-100Hz)の 5 つを使用する。B3Band で得た脳波に FFT を行い、得られる周波数スペクトルから求められる各周波数帯の発生割合を $P(n)(n=\delta, \theta, \alpha, \beta, \gamma)$ とし、それをメンバーシップ関数の入力値とする。なおメンバーシップ関数は初期値(X_s, X_e)のパラメータを持つ。使用したメンバーシップ関数を図 1 に示し、使用したルールテーブルを表 2 に示す。

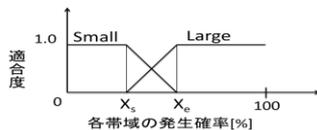


図 1 各帯域の発生確率のメンバーシップ関数

表 2 ルールテーブル

P(n)		δ -Small		δ -Large	
		α -Small	α -Large	α -Small	α -Large
θ -Small	β -Small	γ -Small	No	Yes	No
	β -Large	γ -Large	Yes	No	
θ -Large	β -Small	γ -Small	No		
	β -Large	γ -Large			

なおルールテーブルは、事前に 20 名の被験者の脳波の解析を行い、得られた特徴を反映させたものである。最終的に、非ファジー化手続きによって得られる適合度を式(1)で判定し出力とする。クリスプ的な 2 値判定とするのではなく、曖昧な状態を含んだ出力(Neutral)を行う。

$$F(\mu_{yes}) = \begin{cases} 1.0 \text{ (Yes)} & \text{if } \mu_{yes} > 0.7 \\ 0.0 \text{ (No)} & \text{if } (1 - \mu_{yes}) > 0.7 \dots (1) \\ -1.0 \text{ (Neutral)} & \text{if } 0.5 \leq \mu_{yes} < 0.7 \end{cases}$$

3. 評価実験

平均年齢 22 歳の男性 19 名、女性 1 名を対象に提案したアルゴリズムの検証実験を行った。図 2 に実験の流れを示す。



図 2 検証実験の脳波計測の流れ

計測する状態は、通常状態と意識集中状態の 2 種類である。計測は目を閉じて行う。通常状態ではリラックスした状態になってもらい、意識集中状態では頭の中で九九を計算してもらい。本評価実験では、図 2 の各タスクのスタート時点から 8 秒分(4096 サンプル)の脳波の解析を行った。意識集中状態を正確に判定できたかを表す「Yes」の識別率、「偽」の状態をどれだけ正確に判定できたかを表す「No」の識別率、「真」でも「偽」でもない状態がどれだけ出たかを表す「Neutral」の割合の 3 項目を計測項目とする。使用する窓関数はハミング窓、メンバーシップ関数の初期パラメータは、 δ (40,50)、 θ (20,30)、 α (20,40)、 β (20,30)、 γ (20,30)を使用した。図 3 に各被験者の計測項目の結果を示す。

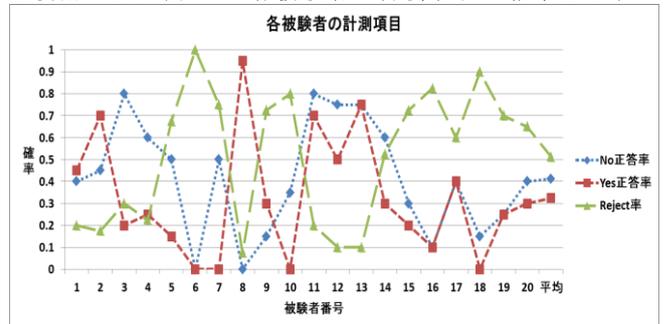


図 3 修正前の各被験者の計測項目

この図 3 の Reject 率が 0.5 以上の被験者と極端な出力を持つ被験者 8 を対象にしてメンバーシップ関数のパラメータを調整し、Reject 率を 0.3~0.4 程度にまで下げた時の各被験者の計測項目の結果の変化を図 4 に示す。

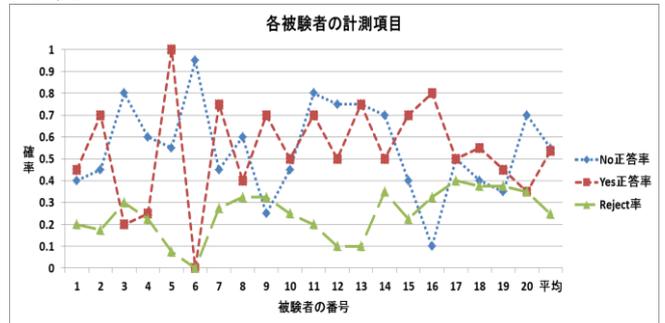


図 4 修正後の各被験者の計測項目

ファジーのメンバーシップ関数のパラメータの調整を行い、最終的に Yes, No の識別率を約 50%まで高めることが出来た。このことから、うまくメンバーシップ関数のパラメータ調整を行えば、脳波の識別が高い確率で行えるということが言える。

4. まとめ

ファジー推論を用いた 2 値判定アルゴリズムを提案し、パラメータの調整を行うことで、最終的に「真」、「偽」ともに認識率を 50%程度にすることが出来、ファジーによる脳波判定が上手く出来るということの有用性を示すことが出来た。しかしながら実用という観点から見ると、まだまだ使いものにならないため、どのようにして認識精度を向上させる方法を考えるのが今後の課題であると言える。

参考文献

[1]平成 25 年版 障害者白書出版社: 新高速印刷 (2013/08)
 [2]工藤, 吉井: "脳波のよみとりかた", 南山堂(1966).
 [3]Giannitrapani, D The Role of 13-Hz Activity in Mentation, THE EEG of Mental Activities, pp.149-152(1996).
 [4]菅野道夫, 向殿政男 監修, サデー・ファジー理論, 1992, 日刊工業新聞社
 [5]Neuro-Bridge|B3Band [http://www.neuro-bridge.com/#luntitled/c4ty\(2015.2.5\)](http://www.neuro-bridge.com/#luntitled/c4ty(2015.2.5))