

ファジィ推論による Brain-Computer Interface の信号認識手法

知能ロボティクス研究室

島本博史

1. 緒言

近年、脳活動時に生じる生体信号を計測して機械の制御に利用する技術である Brain-Computer Interface (BCI) の研究に関心が集まっている。本研究グループでは近赤外線分光法 (Near-infrared spectroscopy : NIRS) を用いた BCI の開発を行っているが計測される生体信号には強い非線形かつ時变的な特性がある事から、如何に目的とする脳活動の認識率を向上させるかが重要な課題となる。そこで本報告では距離型ファジィ推論法(1)を用いた NIRS 計測信号からの脳活動信号認識手法を提案し手法の有効性の検証を行う。

2. 実験装置および検証用データ

本報告では、図 1 に示す NIRS 計測装置 (ETG-7100, Hitachi Medical Corporation) で計測した信号をデータとして使用する。NIRS 計測装置では、頭皮上から近赤外光を照射し、大脳皮質表面を流れる脳血流中のヘモグロビン濃度変化を測定することで脳活動を計測する事が可能である。開発した信号認識手法の検証を行うため、先行研究(2)で計測されたデータを用いる事とした。



図 1 NIRS 計測装置

3. 距離型ファジィ推論による NIRS 信号認識手法

本手法では、NIRS で計測されるヘモグロビン濃度変化からその信号の増減をファジィルールとし測定時間毎に推論し、その結果を BCI におけるスイッチ切り替えの制御信号として用いる事とする。信号処理手順を図 2 に示す。

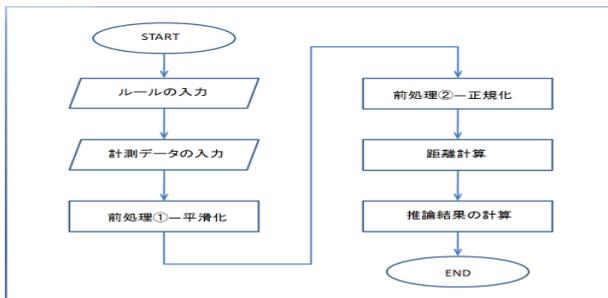


図 2 フローチャート

3.1 入力信号の平滑化および正規化処理

入力信号に対するノイズ除去および信号変化の個人差を緩和する為の前処理として信号の平滑化及び正規化を行った。

3.2 ファジィルール

ここでのファジィルールとはファジィ集合による前件部と入力信号を比較し目的とする生体信号の特徴を抽出するルールとする。ルールの前件部は推論を行いたい時点とその時点より 0.5 から 2 秒前までの 0.5 秒間隔の計測データを比較し、

推論したい時点から比較した増減度合いにより条件を設定する。ルール数を 3 つとし、後件部は出力をスイッチングとし、推論したい時点とそれぞれの時間と比較して上昇していれば出力信号を 1 としスイッチを ON に、下降していれば -1 とし OFF に、変化なしの時は 0 とし現状を維持する。本手法では前件部・後件部ともにシングルトンを用いる。

4. 実験結果

4.1 計測データ

入力信号とした NIRS 計測データに前処理を施した結果を図 3 に示す。開始後 30 秒のデータは正規化処理で用いるため推論には計測開始 30 秒後からのデータを用いる事とする。

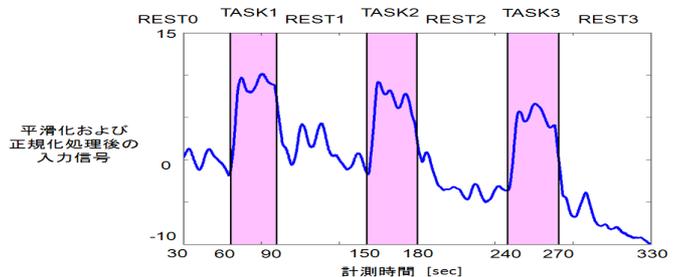


図 3 入力データ

4.2 推論結果

ファジィ推論による信号認識結果を図 4 に示す。推論結果では TASK 開始・終了時の信号増減を認識して出力信号を変化させている事が確認できた。またそれ以外の時間では多少の変動はあるが 0 に近い値を取っており、検出したい脳活動変化を適切に認識している事が確認できた。

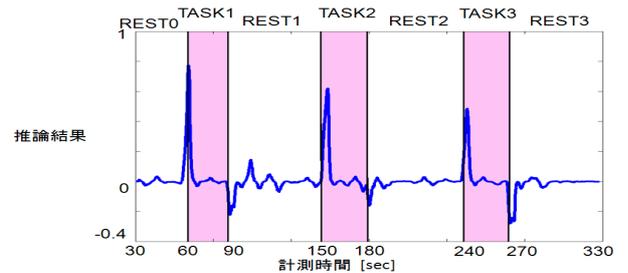


図 4 出力データ

5. 結言

黙読課題開始時・終了時の脳血流変化を認識しスイッチの ON/OFF 信号を出力できている事から距離型ファジィ推論を BCI の信号認識手法として利用できる可能性が示された。信号認識精度向上のために、三角型ファジィ集合の利用といったルールの検討を行い、より BCI に利用しやすい信号認識手法の構築を行う。

文献

- (1)王 碩玉, 土谷 武士, 水本 雅晴: 距離型ファジィ推論法 バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌 Vol.1 No.1 pp61-78 1999
- (2)雑賀 広記: 黙読を用いた Brain-Computer Interface の開発 バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌 Vol.11 No.1 pp61-66 2009