

3V-6

多チャンネル波形画像からの
単チャンネル波形画像の切り出しと細線化

手塚 淳¹ 金井 浩² 牧野 正三¹ 城戸 健一¹
(¹)東北大学応用情報学研究センター (²)東北大学情報処理教育センター)

1. はじめに

脳波を計算機入力して、デジタル信号処理手法を用いて解析する方法が発展している。このためには、A/Dされた時系列データが必要である。しかし、多くの医療機関は脳波波形を紙に記録した形で保存している。また過去の膨大な脳波データもすべて紙上記録の形で保存されている。

以上の点を考慮すると、紙上記録波形を無視するわけにはいかず、これら紙上記録波形を何らかの方法でデジタル化して、計算機処理可能なデータとしなければならない。

本報告では、この紙上記録波形の計算機入力の一方法を述べる。

2. 紙上記録波形の時系列化システム

本研究で提案する時系列化方式は大量のデータを扱えるように、自動的、かつ短時間に処理を行うことを目的としている。この方法は、図1に示すように3つのステップより構成される。それぞれのステップは、

- 1) 脳波波形をスキャナ入力装置により入力する。
- 2) ひとつの画像の16個の波を上からひとつひとつ切り出し、次の時系列化ステップの入力データを作成する。
- 3) 波形に対して細線化処理を行なう。また波の欠落部分の補間もこのステップで行なう。この後、時系列データとしてサンプリングする。

3. 波形の切り出し

ひとつのファイルには16個の波形が記録されている。この波形をひとつずつ切り出し、それぞれを処理の対象とする。波形切り出しルーチンは、この画像ファイルより波形を1本ずつ上から切り出し、波形処理部に渡す。

この切り出しルーチンの最も重要なところは、上下の波を分離することである。このために上下の波の間に分離線を引くことを考えた。これについて3つの方法を考案した。

- 1) 距離変換法
- 2) サーチ法
- 3) 折れ線法

これらについて、説明する。

3.1 距離変換法

- 1) 波形部分の画素値1と背景部分の画素値0を反転させる。
- 2) 背景部分において距離変換を行なう。

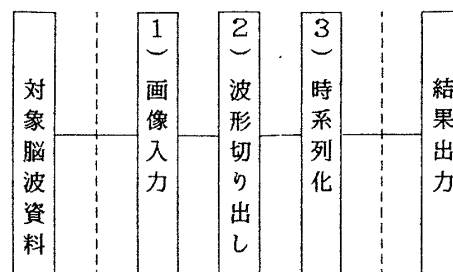


図1 時系列化システムの概要

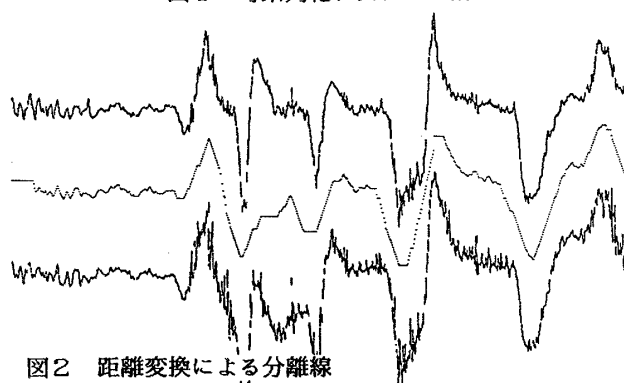


図2 距離変換による分離線

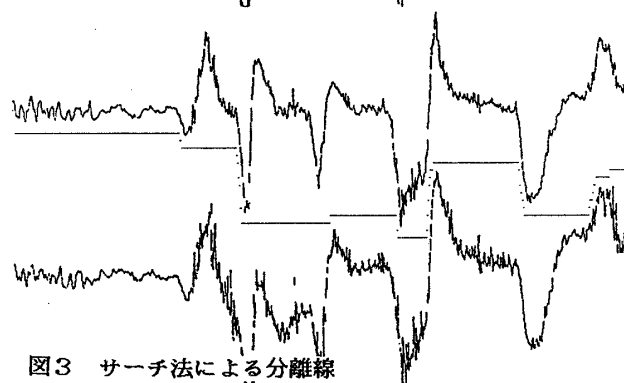


図3 サーチ法による分離線

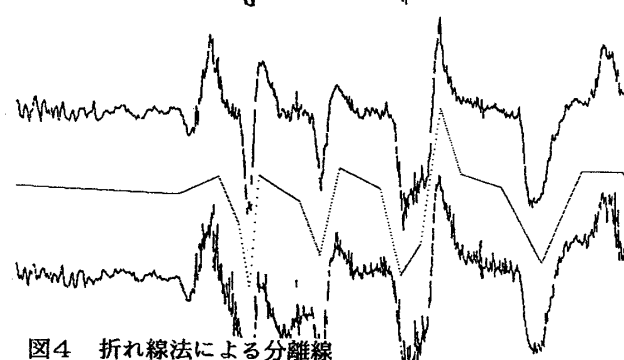


図4 折れ線法による分離線

Extraction and thinning of a single channel waveform image

from multi-channel waveform image

Atsushi TEZUKA¹ Hiroshi KANAI² Shozo MAKINO¹ Ken'ichi KIDO¹

¹) Research Center for Applied Information Sciences, Tohoku University

²) Research Center for Information Processing, Tohoku University

3) その結果各x座標において、画素値が極大値を取るところを分離線とみなす。

3.2 サーチ法

1) 分離線の先端から触角を順々に伸ばす。
2) 波形部分に触角が触れると、逆方向へ分離線を伸ばす。

2) 1) へ戻る。

3.3 折れ線法

1) 波形の左端、及び右端において、上下の波形の中間点を求め、直線で結ぶ。

2) 直線が波形上を横切るかどうか調べる。横切らなければ終了。

3) 直前に引いた直線の両端からの中心点において、上下の波形の中間点を求める。

左端から中心点まで直線を引き、直線が波形上を横切るかどうか調べる。

横切る場合、3) に行く(再帰)。

中心点から右端まで直線を引き、波形上を横切るかどうか調べる。

横切る場合、3) に行く(再帰)。

横切らない場合、再帰のレベルを一段浅くする。再帰がかかっていない場合、終了。

3.4 比較

上記の3つの方法について、実際に処理を行なってみた。分離線は図2～4に示すように引かれた。またこのときの処理時間は以下ようになった。

- | | |
|----------|-----------|
| 1) 距離変換法 | 143.8 Sec |
| 2) サーチ法 | 8.7 Sec |
| 3) 折れ線法 | 2.7 Sec |

距離変換法が飛び抜けて遅いことがわかる。この例は、条件が悪い場合で、上下の波形がy軸に投影すると重なる資料を用いている。しかし、ほとんどの資料ではそのようなことはなく、分離線はほぼ直線となる。このような場合、処理時間は距離変換法ではほとんど上記と変わらず、サーチ法では若干悪化し、折れ線法ではほとんどゼロとなる。

4. 細線化処理

紙上記録された波形をサンプリングするためには、波形の線幅が縦方向に1でなければならない。しかし、実際には紙上記録されている波形には、それを描いたペン先だけの太さがある。これを太さ1にする必要があるため細線化処理のステップが必要になる。

通常の画像処理細線化アルゴリズムを採用すると、原波形の微妙な突起などに敏感に反応してしまい"ひげ"を生じてしまう。この"ひげ"はサンプリングの際、大きな障害となる。したがって、細線化アルゴリズムにこのような"ひげ"を生じさせないような工夫が必要である。このようなアルゴリズムの実現にはいくつかの方法が考えられる。列記すると、

1) 波形を単なる図形とみなし画像処理技術による細線化手法(ここでは距離情報を用いた細線化法)を用いて細線化を行い、デジタル化を行う方法。

2) 紙上記録された波形は実際には太さ1の波であるが、ペン先の太さだけの点広がり関数がかけられたことにより太さをもっていると仮定して、広がり関数の逆フ

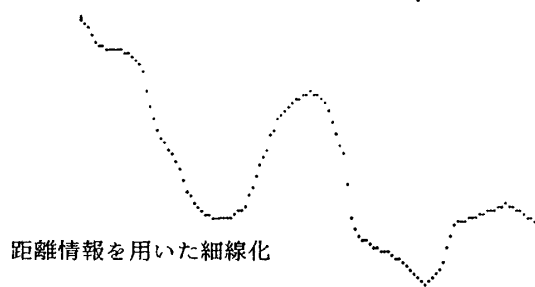
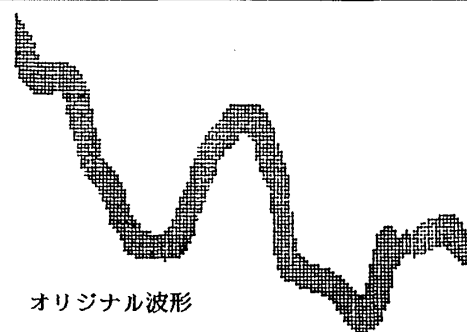


図5 細線化の実行例

フィルタを作り波形にかけることによって細線化を行う方法。

1) の方法も画像処理の細線化アルゴリズムのひとつであるが、距離情報を用いているため、小さな突起などは無視し、"ひげ"を生じないきれいな細線化画像を得ることができる。ここでは1) の方法を用いて細線化を行なっている。

実際に細線化した例を図5に示す。

5. まとめ

紙上記録された脳波波形の計算機入力の一方法について述べた。現在基本的なシステムとして、紙上記録脳波波形の時系列データ化は行なえるようになった。しかし、性能向上のために改良、追加しなければならないこともいくつかある。それを列記すると、

1) 一度には読みこめない横方向に長い画像のつなぎあわせ。

2) データレコーダに記録された値と、紙上記録された波形を時系列化した値との比較検討。

3) 細線化ステップでは、画像処理技術によって細線化処理を行なっている。この方法は波形をただの図形としてとらえていて、対象が波形であるという情報を使っていない。したがって、対象が波形であるという情報を利用した細線化方法の開発により、より正確で高速な細線化の実現の可能性があると見える。このような方法の開発を急ぎたい。