

## 階層表現に基づいた生体信号の認識

1 M-4

古谷 一雄 小山 裕徳

東京電機大学 工学研究科 工学部

## 1. はじめに

現在、誘発電位の測定は自動化がなされているが、測定された波形成分の抽出と振幅や潜時の定量的な解析は医師の視察によって行われているのが現状である。このため、同一医師における時間経過などの状況変化や解析する医師の個人差によって解析結果に差が生じてしまう。本研究では、認識を計算機上で行うことにより、診断結果のばらつきを無くし、医師の労力軽減にもつながると考え、自動認識システムを開発することを目的としている。

## 2. 誘発反応

誘発反応とは、種々の刺激（光、音、電気など）によって生じる中枢神経系の電位変化であり、それらに含まれる波成分は、各神経組織を発生源としている。すなわち、抹消感覚受容器などから発生するインパルスの移動に伴って各神経系組織から発生する電位の変動である。この原理を用いることにより波成分の潜時、振幅、消失などの情報が各神経組織の機能診断などに利用されている。

与える刺激の種類により、視覚誘発反応、聴性誘発反応、体性感覚誘発反応などがあり、それぞれ特徴のある波の形状をしている。

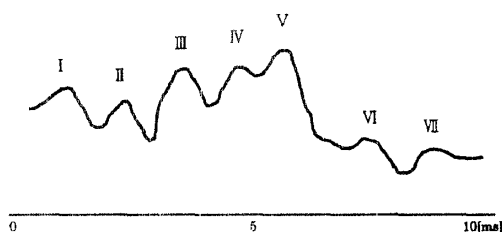


図1 聴性脳幹反応(ABR)

## 3. Tree-Matching 法

2つの波形の対応をとるということはそれぞれの波形から生成される木の対応を取ることと同義であり Tree-Matching 法とは、テンプレート

Recognition of Biological Signal Based  
Hierarchical Structured Representation  
Kazuo Furuya, Hironori Koyama  
Tokyo Denki University  
2-2 Nishiki-chyō Kanda Chiyoda-ku  
Tokyo, Japan

から生成された木と、観測波形から生成された木を、分割、併合操作を繰り返して同一のものに変形し、2つの波形の対応を取る手法である。木の変形操作は無制限通りあるが、そのうち手順数が最少のものから得られる対応が最適な対応であり、その時の手順数が2つの波形間の距離である。

## 4. 改良点

TreeMatching 法のみでの適合実験において誤認識となった波形に対しての処理を付け加えた。ここで重要なのは、その処理を付け加えることによって今まで認識していた波形が認識されなくなることを避けること、処理をできるだけ一般的なものにする、ことである。今回付け加えた点は、

①IV-V波併合波形に対する処理

②II波分離波形に対する処理

である。

## 5. 実験

実験は、聴力正常者の波形18個、聴力異常者の波形30個に対して、改良したプログラムを用いて行った。表1にその結果を示す。

表1. 実験結果 (認識数の比較)

	正常波形	異常波形
改良前	10/18	7/30
改良後	17/18	22/30

## 6. 実験に対する考察

全体的に、認識数は大きく増加した。この理由としては、誤認識の原因のうち最も多かったものがIV-V波併合というものであったからである。

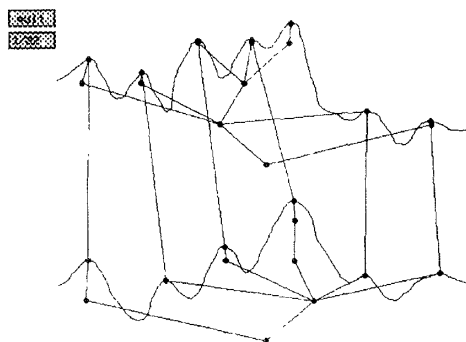


図2 改良前の結果

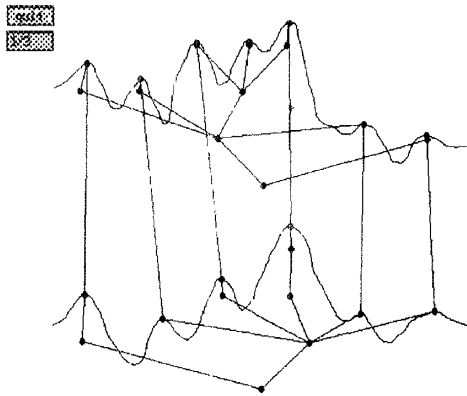


図3 改良後の結果

改良された例として、図2に改良前、図3に改良後のマッチング結果を示す。

今回は、誤認識波形の中にIV-V波併合波形が多く含まれていたため、単純な変更で大幅な改善をすることができたが、これからの研究においては、出現頻度の低い異常波形に対する判定が細分化されすぎてしまい、一般性を失わないように考慮する事が必要である。

## 7. 波形の誤差に対する考察

### 7.1 動的計画法

これまで、測定波形を正常波形と異常波形という2種類に分類していたが、テンプレート波形との誤差を数値で表すことにより、マッチングと誤差の関係を示すことを試みた。

歪みの尺度として、動的計画法（Dynamic Programming）の考えを用い、テンプレート波形に対する測定波形の誤差を数値で表すことにより、誤差とマッチング結果との関係を調べることにした。

ここで動的計画法とは、時間軸上の変動による波形の変形を補正し、テンプレートと入力パターンが最も近似した状態になるようにしてから両者間の振幅のずれを計量する手法である。テンプレートをF、入力パターンをGとし、Fの時間軸を、関数 $\mu(t)$ を用いて伸縮変換する。動的計画法では、時間軸を変換したテンプレート $F(\mu(t))$ と入力パターン $G(t)$ との距離を次式で定義している。

$$D_t = \frac{\int \|G(t) - F(\mu(t))\| ds}{\int ds}$$

この $D_t$ を振幅の誤差として評価した。一方、時間軸上の誤差は、波形成分の位相のずれの平均とする。これは次式で表すことができる。

$$D_a = \frac{\int \|t - \mu(t)\| ds}{\iint ds^2}$$

ただし、

$$ds = \sqrt{1 + (d\mu / dt)^2} dt$$

である。

### 7.2 動的計画法による分類の結果

各波形に対して電圧、時間軸に対する誤差をそれぞれ求め、その程度によって分類した。

その結果から、傾向および数式的な近似を求めることを意図したが、実際は動的計画法による誤差と、TreeMatching法による認識との関係を見つけることは出来なかった。その結果を図4に示す。

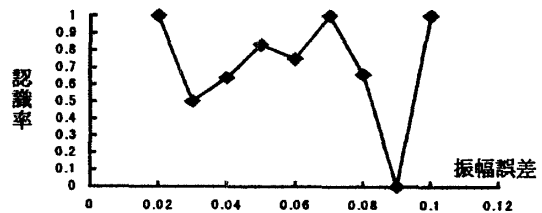


図4 動的計画法による誤差に対する認識率

今回の実験ではサンプルとなる波形の数が少なかったため、動的計画法により求めた誤差が、TreeMatching法を用いた適合に於いて無関係であるとは言い切れず、今後サンプル数を増やす必要がある。

## 8. まとめ

今回は、既存のTreeMatchingアルゴリズムに改良を加えて認識率の改善を第一の目的とした。その結果は、表1にある通り認識数の向上に成功している。しかし、医療現場で使うという目的から、まだまだ満足できるものではない。

そこで、第二の目的として、どの程度の誤差までなら信頼できるといった、本システムの性能評価を試みたが、動的計画法により求めた誤差とTreeMatching法を用いた適合を直接関係づけることは出来なかった。

これからの課題として、TreeMatchingアルゴリズムの改良とともに、実験のサンプルを増やして、対応できる波形の種類を増やし、システムの信頼性を高めていくこと、また動的計画法以外の方法でも誤差を求め、誤差限界についても考えていくつもりである。

### 参考文献

- [1] 高木：“誘発反応の階層表現による波成分の検出処理”平成五年度東京電機大学工学部修士学位論文
- [2] 門林 他：“聴性脳幹反応”メジカルビュー社
- [3] 市川 編：“初心者のための聴性誘発反応アトラス”廣川書店