

## 脳波を入力とするニューロモデルによる走行安全性判断

信州大学工学部 正会員 奥谷 巖  
 信州大学工学部 学生会員 ○ 畠 俊郎  
 信州大学工学部 学生会員 鈴木 範夫

## 1. はじめに

従来行われてきた事故の原因究明法としての外面的な調査だけでは、国民皆免許という時代背景から考えると不十分と考えられる。そのため本研究では、運転者の心理的变化を把握する一つの指標として脳波を取り上げ、その道路環境特性との関連分析を層状ニューラルネットワークを応用したパターン認識方法により行うことを考えてみた。こうした分析を通じて道路の走行安全性判断を行い得ることが期待される。

## 2. 実験方法

実験対象区間選択については、国道19号線における平成3年度分の事故記録を記載した平面線形図より道路線形が事故に影響したであろう10カ所、事故の起こっていない箇所より今後事故が起こるであろう10カ所、今後も事故が起こらないであろう10カ所計30カ所を被験者の感想を中心に選び出すとともに全ての場所においてのデータを収集し実験対象区間とすることにした。

脳波の測定は、実験車の後部座席に脳波計。データレコーダー。電源バッテリーを設置し、観測者が助手席に座って作業をする方法によって実施した。

データレコーダーの制約により、記録できる部位は3カ所に限られ、図1に示される様な配置となった。なお、電極記号、電極装着箇所については、国際脳波学会連合標準電極配置法に基づいている。以上の方法で、実験対象区間の往路、復路について男子学生を被験者として実験を遂行した。

## 3. 脳波について

昨今、各方面の研究において、人間に内在している客観的な物理的材料として脳波を取り扱う事例が増えている。

本研究では脳波記載方法の中でも特に周波数に注目している。周波数によって脳波を分類すると、徐波(δ波、θ波)、α波、速波(中間速波、β波、γ波)に分けられる。α波は、脳波の速い遅いを定める波で、8~13Hzの周波数を持つ。覚醒、安静時にあって目を閉じている時、連続して出現するが、開眼による光刺激や他の知覚刺激によって減衰を起こす。また暗算等の神経内界における活動によっても減衰する。本研究では主としてこのα波に注目し、他の周波数帯の脳波との関連にも心を配りつつ道路線形との関連について調べてみることにした。

## 4. ニューラルネットワーク

ニューラルネットの基本単位となる素子は生体の神経細胞を模した多入力1出力の素子であり、ニューロユニットと呼ばれる。時間を離散化して考え、時点 $n$ におけるニューロユニットの入力を $u_1[n], u_2[n], \dots, u_K[n]$ 、出力を $y[n]$ とするとその入力特性は式2・1のように表される。

$$y[n+1] = F \left[ \sum_{k=1}^K w_k u_k[n] - \theta \right] \dots \dots (2 \cdot 1)$$

ニューロユニットは図式的には図2(A)のように表される。ここで、仮想的に常に1を値としてとる入力 $u_0[n]$ を考えると新たに0番目の重み係数 $w_0$ を $-\theta$ と定義することにより入出力特性は

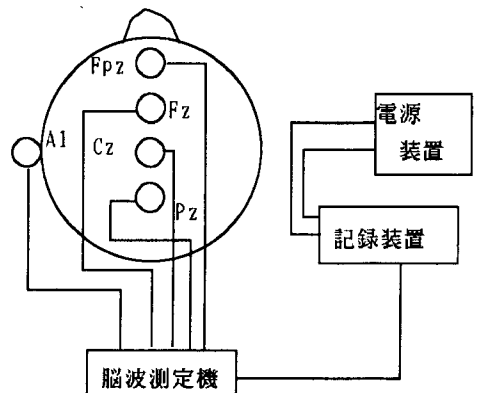


図1. 電極配置箇所及び脳波測定装置図

$$y[n+1] = F \left[ \sum_{k=0}^K w_k u_k[n] \right] \cdots \cdots (2 \cdot 2)$$

式2・2のように簡素化して表すことができる。この形式はしきい値を重みと同様に扱うことができ、アルゴリズムの記述に便利である。このときニューロユニットは図式的に図2・2(B)のように表され本研究でもこのモデルを採用した。 $w_0$  はバイアスと呼ばれる。

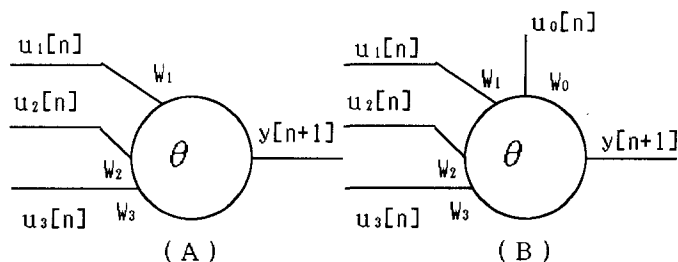


図2 ニューロユニットの図式的表現

次にこれらのニューロユニットを組み合わせ、入力層、中間層、判断層の3層からなるネットワークを構築し、バックプロパゲーションアルゴリズムより重み係数を逐次更新させ最適解を得るようにネットワークを学習させる。

## 5. 判別方法及び結果例

脳波においては、その周波数特性が様々な環境条件との対応において重要な意味を持つ。そこでまず、テープに記録された脳波データをA/D変換し、フーリエ解析を用いて周波数分析を行う。これにより、 $\alpha$ 波、 $\delta$ 波、 $\theta$ 波等の各周波数帯別の積分和を求めこれにより得られた値をニューラルネットワークの入力データとして用いる。これらのデータにより危険である区間を1、安全である区間を0と出力するように3層ニューラルネットワークを学習させる。学習されたネットワークに対象区間中のそれぞれのデータに対して0.0～1.0の範囲での出力が得られる。これがその道路区間の危険度となるわけである。

以下に判別結果の例を示す。

表1 ニューラルネットワークによる計算結果

| 区間番号 | ネットワークに入力される判別データ                            | 計算結果  |
|------|----------------------------------------------|-------|
|      | 周波数低 ..... 周波数高                              |       |
| 1    | 2.790689 0.275551 0.091698 0.032384 0.058050 | 0.845 |
| 2    | 3.294210 0.252443 0.076939 0.031020 0.058032 | 0.985 |
| 3    | 2.132301 0.221148 0.091395 0.034035 0.037603 | 0.790 |
| 4    | 3.119358 1.203149 0.256792 0.069845 0.117470 | 0.392 |
| 5    | 2.420253 0.339307 0.128661 0.038370 0.092101 | 0.574 |

上記の表1において区間番号1～3までは過去に事故の起っている区間の脳波データであり、区間番号4、5については見通しの良いバイパス部の脳波データである。これらのデータからは脳波と事故の可能性との間に何らかの影響があるとの見方ができる。区間5にみられるように見通が良く幅の広いバイパス部において、スピードの出しすぎによるものと考えられるが、やや危険側に近い値が出力されたことは興味深い結果である。

## 6. むすび

本稿で示した適用結果は、テスト区間数も少なくかつ被験者の数も限定されているため、試行的な意味合いが強い。内容をより充実させたテスト結果については講演当日発表する予定である。最後に、データ収集に際しご協力を得た建設省関東地建局長野国道工事事務所の方々に心から感謝の意を表する次第である。