

# データベース・マーケティングのための ニューラルネットワーク学習方式の検討

谷口 洋司 矢島 敬士  
(株)日立製作所 システム開発研究所

## 1. はじめに

広告や流通などの分野では、効果的な商品企画や販売促進のために、顧客DBを利用する需要予測などのDBマーケティングが注目され、その一つのモデル化手法として階層型ニューラルネットワークが利用されている<sup>1)</sup>。ニューラルネットワークは、何らかの因果関係は認められるが、その構造が複雑でとらえにくいような対象に対して、その因果データから構造をモデル化できるという特徴がある。一方では、過学習により単調増加性などの専門家の先見的知識が反映されにくいという問題や、特に少量データしか利用できない場合には、ノイズやデータのバラツキに左右されやすいという問題があった。我々は、ニューラルネットワークの学習時に各ノードのウェイトの有効範囲に制限を設けることにより、単調増加性などの専門家の先見的知識をモデルに反映させる方式を提案した<sup>2)</sup>。本稿では広告業における広告効果予測モデルを例に挙げ、本方式の妥当性を検証する。

## 2. 広告効果モデルの具備要件

広告の効果は、公衆的なコミュニケーションであるという広告の目的に加えて、売上げと直結したデータが入手しにくいということから、知名度（あるいは認知率）に対する効果でとらえられることが多い。一部の広告代理店のマーケティング部門では、テレビ、ラジオ、新聞、雑誌の4媒体の広告出稿パターンを入力とし、その時の商品の知名度を出力とした広告効果予測モデルを構築し、マーケティング業務に活用している<sup>3)</sup>。商品分類ごとにデータを収集して分析することを想定すると、利用できるデータは少量となる。一方、マーケティングの専門家には、「広告出稿量を増やせば知名度は下らない」という広告出稿量と知名度の間の単調増加性と、「知名度は100%を越えない」という知名度の飽和性の二つの常識がある。データが少量しか獲得できない状況で、重回帰分析や

ニューラルネットワークを用い、上記二つの常識を満足する広告効果予測モデルを構築することは困難であった。

## 3. 制約付きニューラルネットワーク学習方式

我々は単調増加性などの専門家の先見的知識をニューラルネットワークに反映させる制約付きニューラルネットワーク学習方式を提案した。p入力-q出力、中間ノード数rの3層ニューラルネットワークを考える。ここで、 $W^1_{ik}$ は入力層のi番目のノードから中間層のk番目のノードへの結合強度（ウェイト）、 $W^2_{kj}$ は中間層のk番目のノードから出力層のj番目のノードへの結合強度である。ノード関数が、単調増加のシグモイド関数であるとすると、

$$(W^1_{ik} \geq 0 \text{ かつ } W^2_{kj} \geq 0)$$

または

$$(W^1_{ik} \leq 0 \text{ かつ } W^2_{kj} \leq 0)$$

for  $k=1, \dots, r$  (条件1)

であれば、入力層のi番目のノード値 $X_i$ と出力層のj番目のノード値 $Y_j$ の関係が単調増加であることが保障される。勿論、この条件の後半部を除いたより強い条件下でも保障される。

$$(W^1_{ik} \geq 0 \text{ かつ } W^2_{kj} \geq 0)$$

for  $k=1, \dots, r$  (条件2)

ここで、バックプロパゲーションアルゴリズムを改良し、条件2を犯すウェイトの修正時は、ウェイトを0に設定する(図1)。

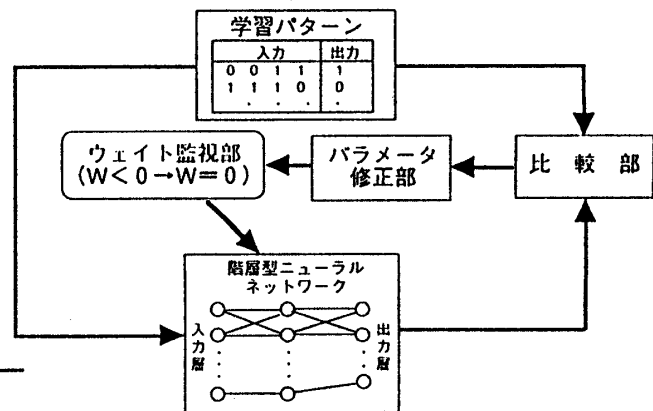


図1 制約付き学習アルゴリズム

#### 4. 検証実験

##### 4.1 実験内容

提案方式の有効性を確認するために、例として取り上げた「広告効果モデル」に求められる「単調増加性」及び「飽和性」を特性として備えた模擬データを作成し、他のモデル化手法（重回帰分析、バックプロパゲーションアルゴリズムによるニューラルネットワーク）と比較する。なお、模擬データは、それぞれ乱数で近似した5段階の大きさのノイズを付加し、5種類作成した。

##### 4.2 模擬データ

模擬データ作成に使用した式1を示す。

$$z = 10(1 - e^{-\frac{xy}{3}}) + \text{noise}(i) \quad (\text{式1})$$

$0 \leq x \leq 5, 0 \leq y \leq 5$ , 但し、 $x, y$ は整数  
また、ノイズを表す式2を示す。

$$\text{noise}(i) = i(\text{rand}()) \quad (\text{式2})$$

$i=1,2,3,4,5$  但し $\text{rand}()$ は $-0.5 \sim 0.5$ の乱数  
入力値を $x, y$ 、出力値を $z$ とし、入力値はそれぞれ0から5までの整数とすることにより、36件の入出力パターンからなる模擬データを作成した。また、ノイズの大きさごとに5種類の模擬データを作成した。

##### 4.3 実験結果

###### (1) 平均二乗誤差による比較

ノイズの大きさと各種モデルによる推定値の平均二乗誤差の変化を図2に示す。

重回帰モデルは、ノイズの大きさに関係なくほぼ一定の平均二乗誤差となっている。制約付き学習方式によるニューラルネットワークは、バックプロパゲーションアルゴリズムによるものに比べ、平均二乗誤差が小さいことがわかる。

前者は、ある程度ノイズを押さええているのに対し、後者はノイズの大きさによる影響を受けているものと思われる。

###### (2) グラフ化による比較

ノイズが最大の模擬データを利用してモデリングした場合の、各種モデルによる推定値を3次元グラフ化したものを図3に示す。

重回帰モデルは、単調増加性を保っているが飽和性が表れていない。バックプロパゲーションアルゴリズムによるニューラルネットワークは、ノイズの影響を受け、単調増加性、飽和性共に表れていない。制約付き学習方式によるものは、単調増加性、飽和性共に表れている。

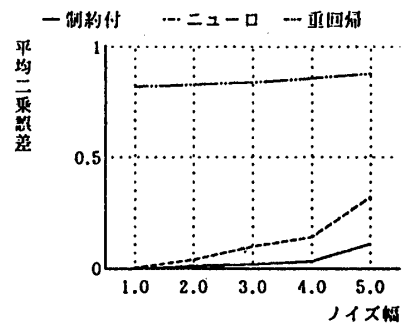


図2 推定値の平均二乗誤差

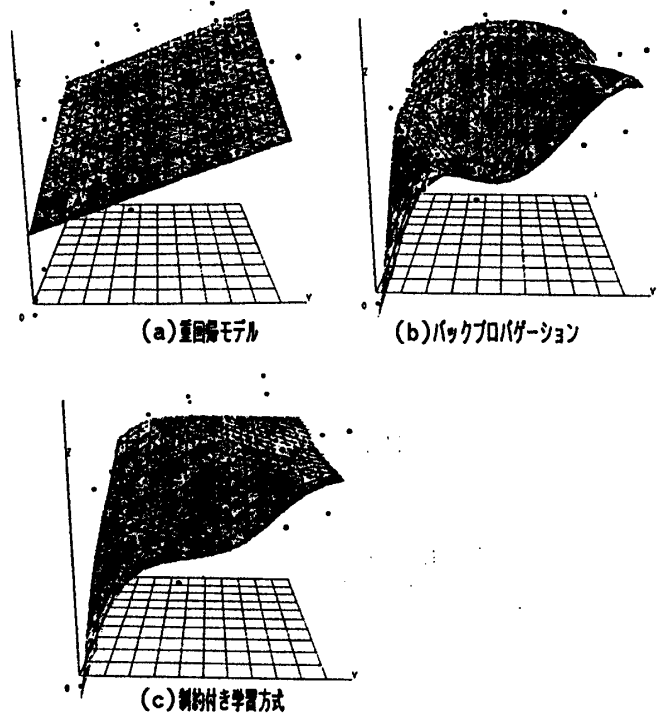


図3 3次元グラフ

#### 5. おわりに

例として取り上げた「広告効果モデル」に求められる「単調増加性」及び「飽和性」を特性として備えた模擬データを利用して、提案方式の妥当性を検証し、適用可能性を示した。

#### 参考文献

- 1) Bernard, W. et al. : Neural Networks : Applications in Industry, Business and Science, COMMUNICATIONS OF THE ACM Mar '94/Vol. 37, No. 3
- 2) 谷口洋司 他 : 制約付きニューロ学習方式と意思決定支援システムへの適用, 第36回システム制御情報学会研究発表講演会, No. 3061(1992)
- 3) 西尾 チツル : ニューラルネットワークによるマーケティングモデル, オペレーション・リサーチ 1994/Vol. 39, No. 4, pp203-208