

IV-59

ニューラルネットワークモデルによる交通変量の短期予測について

北大工学部 正員 中 辻 隆
同 上 正員 加 来 照 俊

1. はじめに

近年、脳の持つ優れた情報処理能力にヒントを得て、その人工的実現を目指す「ニューラルコンピュータ（Neural Computer）」¹⁾が、VLSI等デバイス技術の発展や生体系の情報処理理論の向上にあいまって、いろいろな分野において実際的な研究が始められている。数理計画の分野においてもニューラルネットワークモデルの適用によって、巡回セールスマン問題に代表される極値探索問題に対して極めて有用であることが示されている。ニューラルネットワークモデルは、外界や環境からの作用を学習し、その情報を記憶、自己組織化していく能力によって特徴づけられる。ここでは、ニューラルネットワークモデルの代表的手法である逆伝搬法を交通変量の短期予測へ適用した事例を、同じく自己組織化原理に基づくGMDH法、あるいは多変数自己回帰法と比較し報告する。

2. ニューラルネットワークモデル

脳の神経細胞は、0、1による刺激－興奮機構をもつ多入力1出力の情報処理素子として表現される（図1）。入力信号 x_i が神経細胞に与える影響度合をシナプス荷重という。時間的に離散的なシステムにおいては、入力信号 x に対する出力信号は

$$z = f(\sum s_i x_i - h)$$

として表わされる。関数 f は神経細胞の興奮を表現するためにステップ状関数が用いられる。

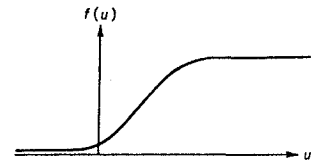
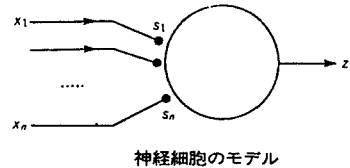
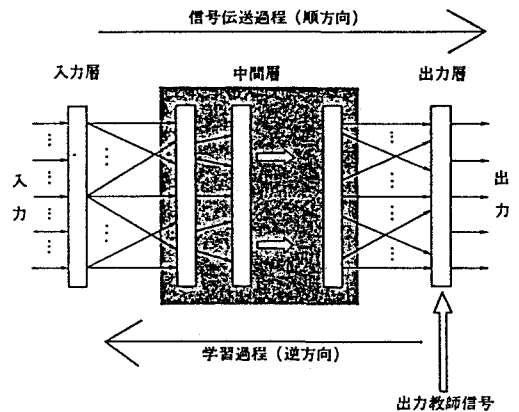
逆伝搬法（Back-Propagation）は、ニューラルネットワークモデルにおける基本的な自己組織化手法である。モデルの構造（シナプス荷重）に関する一切の事前情報はなく、入出力結果のみからモデル構造（シナプス荷重）が学習される。図2にニューラルネットワークモデルの概念図を示す。入力層、中間層、および出力層をつなぐシナプス荷重の大きさは、初期にランダム設定された後、出力層における誤差を逆方向に伝搬させることによって自己組織化される。

3. GMDH法

GMDH（Group Method of Data Handling）法は、システムの入出力の間に

$$y = A + Bx_i + Cx_j + Dx_i^2 + Ex_j^2 + Fx_i x_j$$

で表現した部分多項式を構成するとともに、自己選択によって次の層への入力変数を選択してゆき、最終的

図1 神経細胞モデル¹⁾図2 ニューラルネットワークモデル（逆伝搬法）¹⁾

に完全表現式を得るものである。図3にGMDH法の基本概念を示す。変数の予備選択、正則化、部分表現構造モデル、部分表現選択、あるいは停止則にどのような発見的規範を採択するかにより基本、修正、改良、あるいは一般化等の多様なアルゴリズムがある。

4. 交通状態の短期予測

図4に示した車両感知器計測地点において、交通量の短期予測を逆伝搬法を用いて行なう。各地点においては、5分間隔で交通量、時間占有率等の計測が行なわれている。ニューラルネットワークモデルはA層（入力層）、B、C層（中間層）、およびD層（出力層）の4層構造とした。地点0の時刻 t_k における交通量の予測を、 t_{k-1} までの自地点、および他3地点の交通量、占有率を用いて行う。予測後、時刻 t_k の計測値を教師信号として誤差の逆伝搬を行う。BCとCD間のシナプス荷重を w_{ij} 、 w_{jk} と定義する時、その変化量 dw_{ij} 、 dw_{jk} は

$$dw_{jk} = (\theta_k - y_k) y_k (1 - y_k) y_j$$

$$dw_{ij} = \sum (\theta_k - y_k) y_k (1 - y_k) w_{jk} y_i y_j (1 - y_j)$$

のように求めることができる。

図5に昼間12時間における予測結果を示す。図中に、変動が急変する時間帯（11時～13時）における予測を多変数ARモデルとGMDH法で行った結果も併せて示した。また、表1は予測誤差を表している。多変数ARモデルによる予測が1ステップ遅れていたり、あるいはGMDH法による予測が変動の急変に対する追従性が劣るのに対してニューラルモデルが極めて優れた結果を与えている。

5. あとがき

ニューラルネットワークモデルを交通変量の短期へ適用した。同じく自己組織化原理でありながら入出力関係を予め多項式で規定するGMDH法と比較し、規範選択からの解放、予測結果、演算時間等においてニューラルモデルが優れた特性を示した。今後さらに、交通配分、交通制御、あるいはパターン認識等に広く利用されることが期待される。

参考文献

- 1) 石原：ニューラルコンピュータ、東京電機大出版、1988
- 2) Farlow: SELF-ORGANIZING METHODS IN MODELING, MARCEL DEKKER, 1984

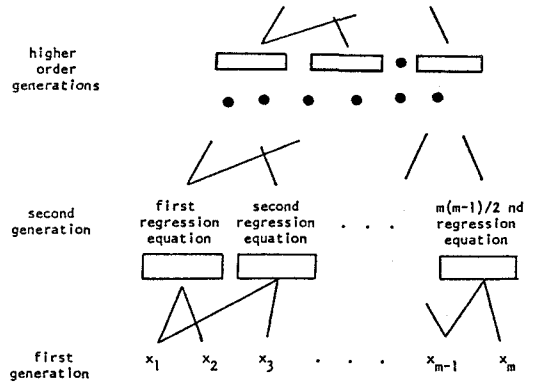


図3 GMDH法⁽²⁾

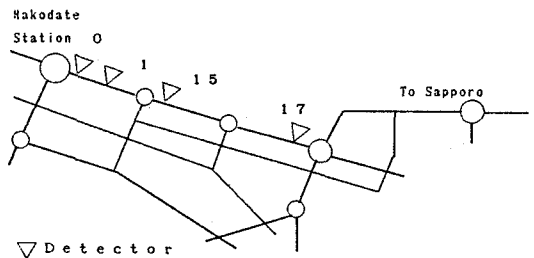


図4 車両感知器配置（函館）

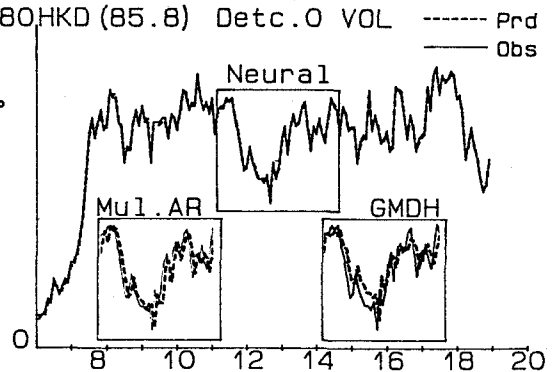


図5 3手法による交通量短期予測の比較
（実線：実測、破線：予測）

表1 予測誤差

多変数自己回帰	24.7
基本GMDH法	16.4
ニューラルネットワークモデル	1.7