

# IV-114 ニューラルネットワークモデルの交通制御問題への適用

北海道大学大学院 学生員 関 俊一  
北海道大学工学部 正 員 中辻 隆  
北海道大学工学部 正 員 加来 照俊

## 1. はじめに

筆者らは、ニューラルネットワークモデルをスプリットの最適化問題に適用してきた。本研究では、さらに、オフセットの最適化を行うとともに、交通量の変化に対応できるようモデルの拡張を行った。

## 2. マルチ入力ニューラルネットワークモデル

スプリットとオフセットの最適化を行う多層階層型のニューラルネットワークモデル（マルチ入力モデル）を作成した。その過程は、学習過程と、最適化過程に分けられる。

### 1) マルチ入力モデル

図-1に示すように、マルチ入力モデルは、スプリット、オフセット及び交通量の3つのブロックから構成されている。スプリットのブロックは各交差点ごとに設定され、各現示のスプリットを入力する。オフセットのブロックはネットワーク全体で1つであり、基準交差点に対する相対オフセット値を入力する。交通量のブロックは、交通量の変動に対処するために設けるが、入口リンクにおける流入交通量を入力する。

各ブロックは、入力層（A層）、中間層（B、C層）及び出力層（D層）の4層構造からなっている。出力層は、各交差点の流入部における目的変量（待行列長、P.I etc）に対応する。スプリット、オフセット、交通量の各ブロックが1つの出力層に連結されている。

### 2) 学習過程

スプリット、オフセット、交通量の3つを入力したときに各リンクの目的変量を出力するようにシナプス荷重の調整を逆伝搬法によって行う。

教師信号は、流入交通量、スプリット及びオフセットをランダムに組み合わせて入力したときの各流入部における目的変量値を解析的に求めて与える。

### 3) 最適化過程

学習が完了したネットワークを用いて、スプリットとオフセットの最適化を行行列長最小、あるいは P.I（遅れと停止回数）最小などの制御規範に基づいて行う。（図-2）

最適化手法として、コーシーマシンとフィードバック法を段階的に組み合わせた、ステップワイズ法を提案する。コーシーマシンは、一種のモンテカルロ法であり制御変量（スプリット、オフセット）に微量の変

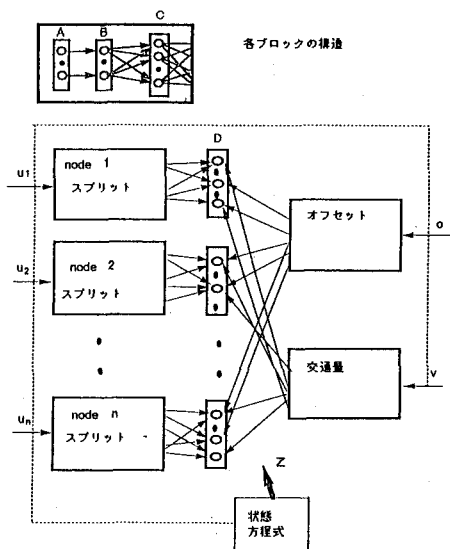


図-1 マルチ入力ニューラルネットワークモデル

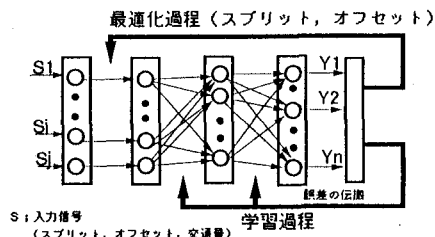


図-2 各入力の信号の流れ

化を与え、目的関数が減少したときにのみその変化を受け入れる。フィードバック法による制御変量の調整量は、目的関数 ( $J = \sum \|Y_k\|^2$ ) を制御変量 ( $u_i$ ) によって微分することによって与えられる。

$$\delta u_i = \eta \sum_k Y_{k,i}^2 (1 - Y_{k,i}) \sum_j W_{i,j} W_{j,i} (1 - Y_{j,i})$$

調整量がシナプス荷重によって表現されているので、シナプス荷重の変化に連動して、制御変量もその推定係数を変化させる。すなわち、自己組織化能力をもつことを表している。

ステップワイズ法の利用によって、ローカルミニマムへの収束を避け、かつグローバルミニマムへの収束を早めることができる。

### 3. 数値計算例

2 交差点による数値解析を行い、解析解との比較を行った。図-3 に交差点形状と各交差点における現示方法を示した。図-4 には、学習終了時での精度を調べるために、50 個の未学習データに対する誤差のばらつきについて示す。その約9割が十分な精度を示す結果となった。

図-5 に最適解への収束状況を、図-6 に推定されたスプリットの値を示す。ステップワイズ法によりグローバルミニマムへの収束が促進されていることがわかる。また、オフセットの値はステップワイズ法で 114秒、解析解では 115秒と、よく一致しているが、スプリットの値はかなり異なる。しかし、解析解より目的関数の値が小さいので、本研究の解の方がより望ましいと思われる。

### 4. まとめ

マルチ入力モデルを提案し、数値解析を行った結果、ある程度の成果は得られた。しかし、まだまだ実際の交通制御に取り入れるのに残された課題は多い。

今後の課題として、入力に他の要素の取り入れることなどが挙げられる。要素として、サイクル長、ファジ理論を用いた付近環境などを取り入れて行きたい。

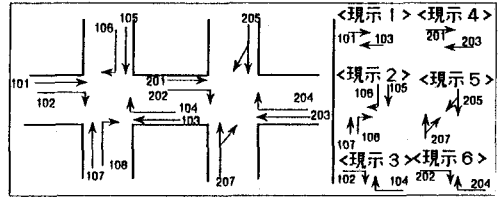


図-3 交差点形状と現示

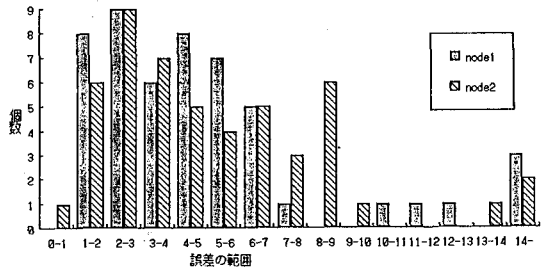


図-4 学習精度（誤差のばらつき）

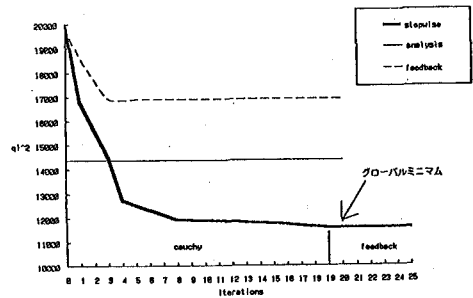


図-5 最適解への収束状況

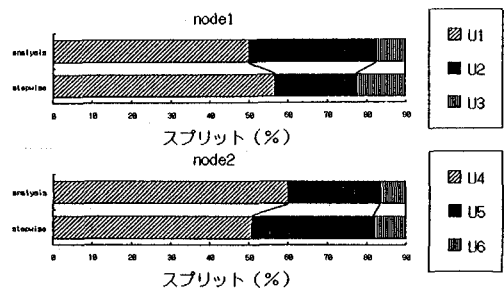


図-6 推定されたスプリット

### 参考文献

- T. Nakatsuji and et al : Development of A Self-Organizing Traffic Control System Using Neural Network Models. TRR (to be published)