

交通流シミュレーションのための時系列交通需要予測

岐阜大学大学院○学生員 土田貴義
岐阜大学 正会員 秋山孝正

1.はじめに

これまでに、道路網の交通渋滞を表現し交通現象を記述するために多数の渋滞シミュレーションモデルが構築されている。特に関連研究では交通管理における意思決定の情報支援を目的として、交通管理支援のための交通流シミュレーションシステムが開発されている¹⁾。

また、交通管理の意思決定に利用可能な正確な交通現象予測のためには、モデル構造の精緻化に加えて、時系列的な外生変数の高精度な推計が必要である。本研究では、外生変数予測について、「カオス理論」に基づく予測方法を提案する。つぎに、ニューラルネットワーク(NN)モデルを用いてオンランプ到着交通量を流入交通量予測値から推計する方法を検討する。これにより、実用性の高い交通流シミュレーションが作成できる。

2.外生変数の予測方法に関する検討

2.1 交通流シミュレーションモデルの成果

本研究の交通流シミュレーションモデルの対象路線は、阪神高速道路の堺線上り(全長 11.9km)である。モデルでは、対象路線を 500m の区間に分割する(全 24 区間)。なお、区間の接続状態ごとに、「単路部」「オンランプ合流部」「オフランプ分流部」をそれぞれ定式化している¹⁾。モデルの主要な計算概念は、単位時間ごとの上流区間の流出需要量 $I(i_0)$ と、下流区間の流入可能交通量 $QM(i_1)$ との関係から区間存在台数を算出する。

この演算で得られる出力値は、旅行時間、渋滞長、渋滞状況、開口ブース数、待ち行列長である。また、シミュレーション結果と現実の交通状況を比較し、適合率(計算値が実測値と一致した割合)0.886 を得ている。

2.2 外生変数の設定

本研究で用いているモデルでは、各オンランプの到着交通量を外生変数として扱っている。ここで、各オンランプへの到着交通量は、都市内の関連 OD 交通需要のうち高速道路利用分と考えることができる。また到着交通量は、流入交通量と料金所待ち台数に分けることができる。また、この関係は次式のように記述できる。

$$D(t) = DW(t) + W(t) - W(t-1)$$

$D(t)$: オンランプ到着交通量

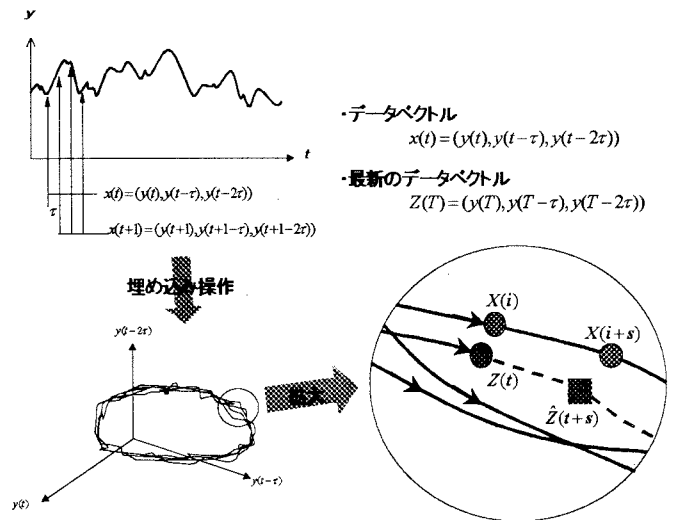


図-1 埋め込み操作の概念図

$DW(t)$: オンランプ流入交通量

$W(t)$: 料金所の待ち台数

都市における OD 交通需要量から規定されるオンランプ到着交通量は、現行では直接観測する方法がない。しかしながら、料金所での交通状態の時間的変化を含めた交通流シミュレーションのためには、到着交通量の実用的推計が必要となる。

3.時系列交通量の予測

3.1 カオス理論を用いた流入交通量予測法

本研究では、流入交通量予測に複雑系事象の予測に適するカオス理論に基づく予測方法を用いている。ここでは、この手法の局所再構成法を簡単に説明する。

- ① 観測された時系列データ $y(t)$ をタケンスの埋め込み定理を用いて、状態空間に埋め込む²⁾。この状況を図-1 上に示す。ここで、データベクトル $x(t)$ が得られる。
- ② 状態空間のデータベクトル $x(t)$ に対して t を変化させ、図-1 左下に示すような多様体を形成する。
- ③ 状態空間上に最新の観測で得られたデータベクトル $z(T)$ をプロットする。 $z(T)$ から $z(T+s)$ の軌道は、図-1 右下に示すように近傍点 $x(i)$ から $x(i+s)$ の軌道と近似的に等価である。
- ④ この $z(T)$ から s ステップ先予測値 $\hat{z}(T+s)$ への軌道は、先の近傍データベクトルを用いて算出する。

つぎに、この手法と従来法である指数平滑法を用いて、1997.10.14.8:00~9:00 の流入交通量を予測した。図-2 に堺料金所での実測値と予測値の比較を示す。これより、カオス理論による方法は全般的に良好であり、平均的には 10% 程度の誤差で推計していることがわかる(指数平滑は 40% 程度)。

3.2 NN を用いた到着交通量推計方法

ここでは、カオス理論による方法で得られた流入交通量予測値を用いた NN による到着交通量の推計方法について検討する。このモデルは図-3 に示すように、流入交通量を入力値、到着交通量を出力値としている。これは、到着交通量の変動傾向が流入交通量に何らかの影響を与えていると考えられるためである。

また、各層のニューロン数は 3-2-1 とした。入力要素は、流入交通量とその 1, 2 時点前の増減の 3 種類である。なお、教師データ数は 41(1985.2.29 実測)である。

つぎに、これらを用いて、モデル内の各ニューロン間の結合荷重を決定するために、「学習」をおこなった。ここでは、推計値と実測値との誤差を一括修正法によって最小化した。また、推計誤差が 5% 未満であるか学習回数が 20000 回になった時を計算終了の基準とした。

この結果、各オンランプにおける推計値と実測値の誤差は、学習回数 20000 回で 5~8% 程度であった。ここでは、堺料金所における実測値と推計値の比較を図-4 に示す。これより、推計誤差が微少であるだけでなく、実測値の時系列的変動にも追従している事がわかる。

これにより、NN モデルでの入力値を流入交通量予測値とした、到着交通量の推計が可能となった。また、到着交通量推計値に対応する流入交通量は既存であるので、各オンランプの待ち行列長も推計可能となる。

4. おわりに

本研究では、交通流シミュレーションモデルの、外生変数の予測手法において、カオス理論を用いた方法を適用し、流入交通量予測の精度向上を確認した。さらに、NN を用いて到着交通量推計を可能とした。今後、予測精度向上のための課題を以下に整理する。

① 料金所モデルの構築

NN を用いて、到着交通量と待ち行列の推計が可能となった。そこで、これらを用いて料金所モデルを構築し、料金所での交通挙動の記述が必要である。

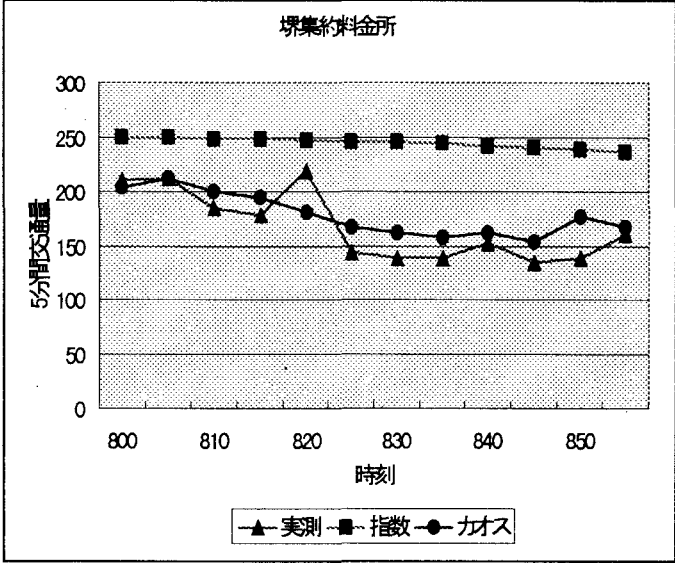


図-2 流入交通量実測値と予測値の比較

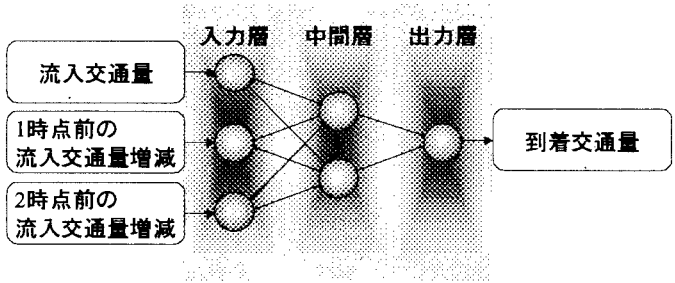


図-3 NN モデル概要図

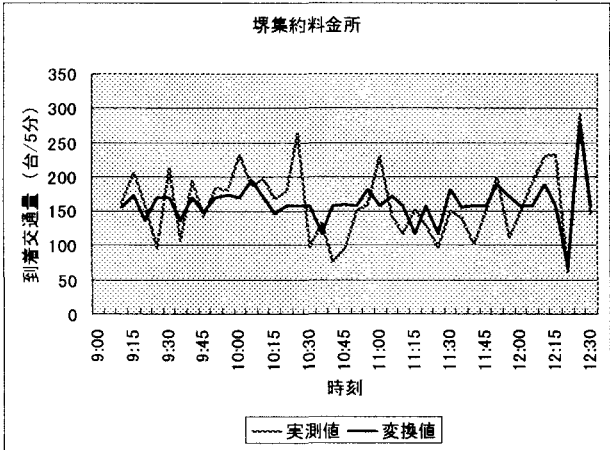


図-4 到着交通量実測値と推計値の予較

② NN を用いた流入交通量時系列予測モデル

カオス理論による流入交通量予測法に加え、NN を用いた時系列的流入交通量予測法の構築も必要である。

参考文献

- 1) 土田貴義, 横山剛士, 秋山孝正: 渋滞シミュレーションを用いた交通管理支援システムの構築, 土木計画学研究論文集, No.16, pp.879-886, 1999
- 2) 五百旗頭正: カオスと予測, 日本ファジィ学会誌 Vol.7, No.3, pp.486-494, 1995