

渋滞シミュレーションに基づく交通管理支援システム

岐阜大学工学部 学生員

○土田 貴義

岐阜大学工学部 正会員

秋山 孝正

1. はじめに

都市高速道路の円滑な交通流を目指して、これまで渋滞シミュレーションに関する様々な研究が行われている¹⁾²⁾。これらを踏まえて本研究では、交通制御において交通管制者が短期的な予測結果をもとに制御施策を評価する方法を提案する。

まず、既存の渋滞シミュレーションモデルを拡張し、交通制御の意思決定に有効な評価指標を検討する。交通制御パターンを設定し、得られた指標をもとに適切な交通制御施策を決定する。つぎに、演算結果に影響の大きい外生変数の予測精度向上をはかる。ここでは交通需要など複雑系現象の予測に適するカオス理論による方法を用いる。

さらに車両事故などによる交通障害の交通流への影響を考慮できるようにモデルを拡張する。これらの検討から最終的に、交通管理に有効に機能する渋滞シミュレーションシステムが構築される。

2. 渋滞シミュレーションシステムの構築

2-1 モデルの整理

本研究では、阪神高速道路の堺線上り（全長 11.9km）を対象路線とする。具体的なシミュレーションでは堺線を 500m ごとの区間に分割し、全 24 区間とする。そして、これらの区間ごとの車群を流体とみなし、時間変化に応じて逐次に区間存在台数を算出する。計算においては区間を接続状態により、「単路部」「オンランプ合流部」「オフランプ分流部」に分類し、それぞれ定式化されている。主要な計算概念は、上流区間車群の流出需要量と下流区間の流入可能交通量との関係から求めるものである。

モデルの入力データは、計算開始時刻の初期設定のために、区間初期存在台数、オンランプ初期待ち台数が必要である。

2-2 システムの構成

このシステムは、交通管制者が短期的な制御施

策を評価する指標を提示するものである。ここでは、開始時刻と流入制御の設定画面が用意されている。流入制御設定に関しては、開口ブース数の制御パターンを、堺料金所の 5 ブース、住之江・玉出料金所の 2 ブースから任意に設定できる³⁾。また、交通管理の支援情報として旅行時間、渋滞長、開口ブース数、待ち行列長、渋滞状況が出力される。これらの指標を以下に述べる形式で表示する。まず、堺集約料金所から環状線合流部の旅行時間変化と、渋滞状況はグラフで、区間走行速度変化は一覧表で、任意時刻の路線状況は図-1 に示す形式で表現する。

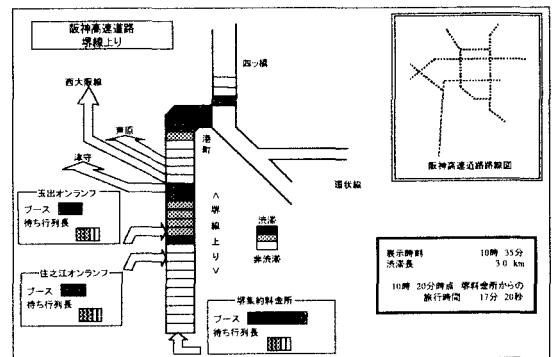


図-1 本システムの渋滞状況

2-3 現況再現性の検討

モデルの妥当性を検討するため、平成 8 年 6 月 19 日、午前 9 時～午前 10 時の渋滞状況の時間的変化と、同日のデータを用いて現況再現をおこなう。また、計算上区間速度が 30km/h 以下を渋滞とする。

このモデルでは、現況再現開始時刻直前の観測データがオンライン的に得られているものとする。本研究では、下流端（環状線四ッ橋付近）の流出可能交通量を 0.82 倍に設定して交通流を排出している。（既存研究では 1.025 倍⁴⁾）。この現況再現の結果を図-2 に、渋滞状況の実積値を図-3 に現況再現結果を示す。

渋滞長は、渋滞延伸時は若干過大に、減少時は過小に算出された。しかしながら、全体的には解消方向にある渋滞変化を良好に表現するものといえる。

これより、本システムを用いて、たとえば試行的に 15 分間隔で制御パターンを変更した際の交通状況の予測が可能となる。この様に、制御パターンを事前に評価できることは、交通管制者がオフライン的な交通制御方法の検討に有効である。

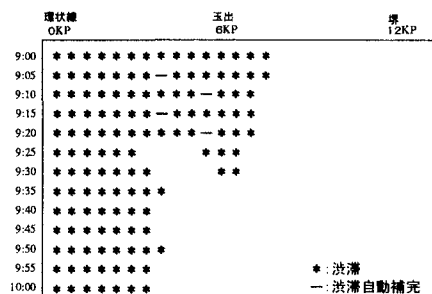


図-2 渋滞状況実測

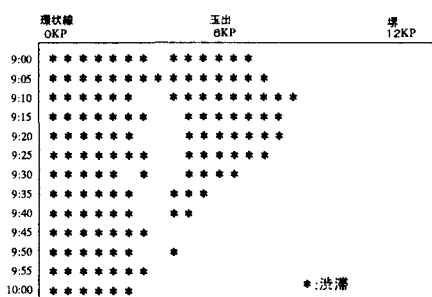


図-3 現況再現結果

3. カオス推論を用いた外生変数の予測

3-1 外生変数の予測

渋滞シミュレーションモデルにおいて、予測が必要な外生変数は、オンランプ到着交通量である。この変数の予測精度が、旅行時間などの予測値の信頼性に大きく影響することが、これまでの研究で明らかにされている¹⁾。このことから、本研究ではカオスを用いた予測方法、特に局所ファジィ再構成法を用いて、予測精度の向上を図る。

3-2 予測方法

まず、カオスを用いた予測手法を簡単に説明する。
①観測されたある時系列データ $y(t)$ をタケノコの埋め込み定理を用いて、 n 次元の状態空間に時系列データを埋め込む。これから次のベクトルが得ら

れる。すなわち、

$$x(t) = (y(t), y(t-\tau), \dots, y(t-(n-1)\tau))$$

n : 埋め込み次元, τ : 遅れ時間

- ②この操作を最新に観測された多数のデータに対し、繰り返し行くと n 次元再構成状態空間に有限個数のデータベクトルからなる滑らかな多様体が構成される。
③再構成された状態空間とアトラクタの軌道に関して、最新に観測された時系列データ $z(T)$ とその近傍データベクトル $x(i)$ の s ステップ先データベクトル $x(i+s)$ への軌道は既知である。
④この $z(T)$ の近未来への軌道を用いて、 s ステップ先の予測値 $\hat{z}(T+s)$ を求める。これから時系列データ $y(t)$ の予測値 $\hat{y}(T+s)$ が求められる²⁾。

3-3 本研究での予測手順

本研究の場合、時系列データ $y(t)$ はオンランプ到着交通量である。まず、最新に観測されたデータ $z(T)$ をオンランプ到着交通量とする。これまでの蓄積データより $x(i)$ から $x(i+s)$ の軌道は既知である。この関係から、 $z(T)$ にユークリッド距離を乗じて 1 時間先の予測値 $\hat{z}(T+s)$ を求める。これが将来オンランプ交通量の予測値 $\hat{y}(T+s)$ となる。

4. おわりに

本研究では、渋滞シミュレーションを用いた都市高速道路における交通管理支援情報の提供システムについて検討をおこなった。そして、交通情報の精度向上をめざして外生変数の予測にカオス理論を用いた。今後の課題として、以下の諸点があげられる。
①渋滞状況が十分に表現されていない部分を改善し、現況再現性を向上させる。
②交通障害発生時の予測も考慮できるモデルの拡張について検討を行う。
③さらに、これらの検討を統合しシステムの向上をはかる。

参考文献

- 1) 佐佐木綱：都市高速道路の旅行時間予測システムによる情報提供に関する研究、平成 3 年度科学研究費補助金試験研究(B)(1)研究成果報告書、1993
- 2) 横山剛士：交通管理支援のための渋滞シミュレーションモデルの構築、岐阜大学卒業論文、1996
- 3) 秋山孝正：高速道路におけるファジィ理論と知識工手法の応用に関する研究、pp. 47~62、1989
- 4) 合原一幸・尾百旗頭正：カオス応用システム、朝倉書店、1995