

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

岐阜大学工学部 正会員 秋山孝正
岐阜大学工学部 学生員 ○横山剛士

1. はじめに

都市高速道路の交通管理において、各種情報の提供は、重要な課題となっている。このため、正確な旅行時間の予測と情報提供が重要である。旅行時間の予測方法には、車両検知器データによる方法と渋滞シミュレーションモデル¹⁾²⁾を用いる方法がある。

本研究では渋滞シミュレーションモデルを用いて将来の交通状態の予測を行う。そこから計算される旅行時間等を交通情報として交通管理支援のために用いる。

2. 旅行時間情報提供の高度化

2-1 渋滞シミュレーションモデル

(1) 渋滞シミュレーションモデルの概要

阪神高速道路(図-1)の旅行時間予測のため渋滞シミュレーションモデルが作成された³⁾。モデルの基本的な考え方は高速道路を区間単位(500m)で表示し、車群の流れを流体にアナロジーさせ計算を行うものである。計算では高速道路を「単路部」「合流部」「分流部」の3種類に分類し、それぞれ定式化する。主な計算概念は、上流区間の車群が下流区間へ流れる台数を流出需要と受け入れ可能交通量との関係から求めるものである。したがって区間内での走行状態は均一で、区間内存在台数から交通密度、走行速度、さらに渋滞状況を算出するモデルとなっている。

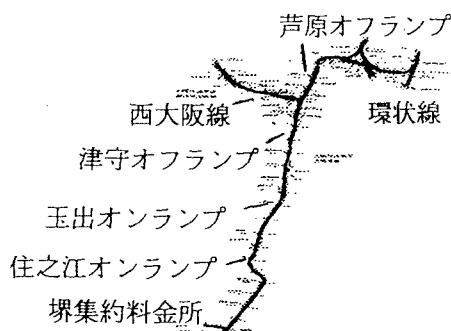


図-1 阪神高速道路（堺線より）

(2) 旅行時間予測の方法

渋滞シミュレーションモデルにより旅行時間予測を行うには、料金所到着交通量、オフランプ分岐率、下流端流出交通量の予測値が入力値が必要となる。モデル内では上流地点と下流地点の累積交通量が一致する時刻差をもって予測旅行時間とする。

2-2 渋滞シミュレーションモデルの改良

(1) シミュレーションモデルの構築方法

これまでのシミュレーションモデルはFORTRAN言語やN88BASIC言語でプログラムされている。本研究では、利用者や管理者に対する情報提供という点を考慮して、その視覚的効果の必要性を検討した。そこで視覚的効果の増大と、その操作性の容易さに対応できるように、渋滞シミュレーションプログラムにVISUAL BASIC言語を用いた。

(2) 交通制御を考慮した記述

工事や事故などで車線閉塞が生じた場合や、流入制御などの交通制御を実施する際(あるいは制御を解除する場合)の交通状態の記述を可能とした。また、旅行時間などの推移を視覚的にとらえることが可能となった。

(3) 旅行時間情報提供の高度化

高速道路利用者の要求には情報の広域化、高精度化がある。これまでのシミュレーションモデルは高速道路内のみ交通状態を再現していた。そこで、現状を更に適切に表現するために、料金所外部の平面街路での待ち行列の状態を表示可能とした。

以上のことから、本研究で作成されるモデルより得られる交通管理支援情報は、区間速度・密度、待ち台数、渋滞長、旅行時間である。(図-2,3参照)

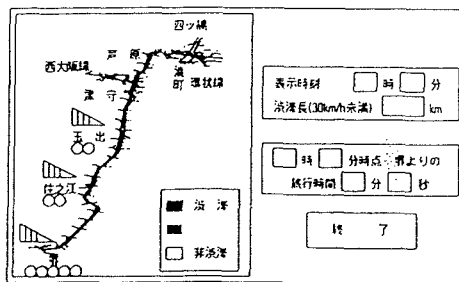


図2 表示画面（路線交通状況）

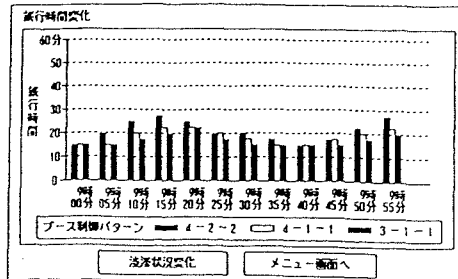


図3 表示画面（旅行時間予測値）

3. 外生変数の予測

3-1 外生変数の予測方法

渋滞シミュレーションモデルによる旅行時間予測を行うには、外生変数の予測が必要である。この外生変数の予測精度が旅行時間の予測精度に大きな影響を与えることが、これまでの研究で明らかになっている。このことを踏まえて、本研究では指数平滑法とカオスを用いた方法(局所再構成法)による検討を行う。

(1) 指数平滑法

指数平滑法³⁾は一期前の指数平滑値と今期のデータを加重平均することにより、今期の指数平滑値を作るという作業をくり返すもので、以下の式で表すことができる。

$$S_t = (1 - \alpha)S_{t-1} + \alpha X_t \quad (\text{式.1})$$

S_t : t 期の指数平滑値

α : 指数平滑化定数 ($0 < \alpha < 1$)

ここで

$$S_t^{(2)} = (1 - \alpha)S_{t-1}^{(2)} + \alpha S_t^{(1)} \quad (\text{式.2})$$

$S_t^{(k)}$: k 次指数平滑値

とすると $t+L$ 時点の予測値 $\hat{X}_{t+L}$ は (式.1,2) より

$$\hat{X}_{t+L} = 2S_t^{(1)} - S_t^{(2)} + L \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S_t^{(1)} - S_t^{(2)})$$

と表せる。 (式.3)

(2) カオスを用いた予測

観測された時系列データをタケノスの埋め込み定理を用いて、 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成る滑らかな多様体を構成する⁴⁾⁵⁾。

$$X(t) = \{y(t), y(t-\tau), \dots, y(t-(n-1)\tau)\}$$

n : 埋め込み次元 (式.4)

τ : 遅れ時間

この操作により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を含むデータベクトル $Z(T)$ とその近傍のデータベクトル $X(i)$ の s ステップ後のデータベクトル $X(i+s)$ への軌道を用いて、 $Z(T)$ の近未来の軌道を推定し、 s ステップ先のデータベクトルを求める。これを局所再構成法という。(図-4 参照)

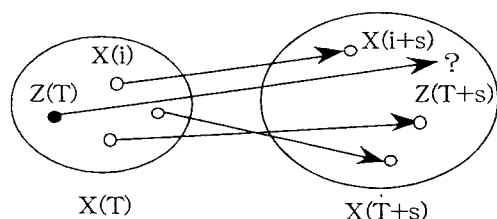


図-4 局所再構成の概念

3-2 比較検討

旅行時間の程度から1時間先程度の予測が必要と思われる。そのため前述の予測方法を用いて、12時点先までの交通量を予測を行った。その結果の一部を表-1に示す。

表-1 交通量推計結果(一部) 玉出 6月19日9時

	実測値	指数平滑法	カオス
1時点先	31	43	31
2時点先	29	44	36
3時点先	32	44	30
4時点先	37	45	32
5時点先	37	45	39
6時点先	49	46	43
7時点先	43	43	42
8時点先	42	47	45
9時点先	40	47	39
10時点先	46	48	42
11時点先	51	48	51
12時点先	26	49	49

この例では実測値の増減に対して、従来の指数平滑法では追従できない箇所が多く、その誤差は大きい。カオスを用いる方法では、その値は激しい変動にもよく追従しておりその誤差は小さい。しかし、データ数の量によってその精度が大きく変わるので、より多くのデータを用いた検討が必要となる。

4. おわりに

本研究では都市高速道路の情報提供についての検討を行った。そして、交通情報の精度の向上を図るために、その外生変数の予測方法について検討を行った。今後は予測旅行時間や交通状態についてのモデルの現況再現性の精度について検討を行うとともにVISUAL BASICを用いてモデルの構築を行う。

計算結果については講演時に発表する。

参考文献

- 1) 井上矩之・秋山孝正・山西弘剛: 都市高速道路放射線の渋滞、旅行時間予測オンラインシミュレーションモデル、昭和六十年度関西支部年次学術講演概要
- 2) 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
- 3) 片山徹: 応用カルマンフィルタ、朝倉書店、1989
- 4) 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)
- 5) 秋山孝正: 高速道路交通計画におけるファジィ理論と知識工学手法の応用に関する研究、1989