

IV-62

道路交通制御のための発生交通量予測モデル

東北大学 ○学 生 員 伊藤 幸博
東北大学 正 員 内田 敬
東北大学 フェロー 宮本 和明

1. はじめに

道路交通制御や VICS などによる DRG（動的経路誘導）の運用においては、将来の交通状態を予測することが必要である。本研究では、そのような予測のための交通流シミュレーションシステムの構築を目的として、(1)車両感知器による 5 分間交通量を用いたリアルタイム発生交通量予測への時系列モデルの適用性の検討、そして(2)それを旅行時間モデルと結合して、旅行時間予測の観点からの評価を試みた。

2. 発生交通量予測モデル

2.1. ARIMA モデル

発生交通量予測の時系列モデルとして、次式の ARIMA（自己回帰和分移動平均）モデルを使用した。

$$y_t = (z_t + m_t)^2 \quad (1)$$

$$\nabla^d z_t = \sum_{i=1}^p \phi_i \nabla^d z_{t-i} - \sum_{j=1}^q \theta_j a_{t-j} + a_t \quad (2)$$

ここに、

y_t : 発生交通量, z_t : 偏差交通量,

m_t : 標準交通量の平方根, a_t : ホワイトノイズ

∇^d : d 階の階差演算子,

p, q : AR(自己回帰), MA(移動平均)項の次数,

ϕ_i, θ_j : AR, MA 項のパラメータ

モデルの最適次数の決定は、実際のパラメータ推定において、AIC（赤池の情報量規準）に基づいて行う。

2.2. 利用データ

モデル推定に使用したデータは、阪神高速道路の車両感知器による 5 分間交通量観測値である。路線と期日の異なるデータセットとして(A)1994 年 10 月 11 号池田線, (B)1994 年 10 月 3 号神戸線, (C)1997 年 10 月 3 号神戸線について適用した。また、式(1)に用いた標準交通量は、

a) 直近 1 週間の時刻別平均

b) 1 ヶ月間の時刻別平均

c) 上記 b) を日曜・平日に分けて求めたもの

の 3 種類を試した。

2.3. ARIMA モデルの説明力の検討

推定された ARIMA モデルの適合度指標値を表 1 に示す。なお、ここではデータセットをモデル推定用

(10 月 1 日～29 日)と検証用 (10 月 30 日, 31 日) に 2 分して用いた。

表 1 最良モデルの次数, および適合度指標値

標準交通量	データ(A)			データ(B)		
	a)	b)	c)	a)	b)	c)
モデル次数(p, d, q)	(5,0,3)	(5,0,2)	(5,0,2)	(6,0,6)	(7,0,8)	(6,0,8)
データ数	4032	4032	4032	4032	4032	4032
従属変数標準偏差	1.225	1.303	0.859	1.113	1.135	0.895
回帰標準誤差	0.688	0.727	0.694	0.678	0.722	0.703
自由度修正済 R^2	0.684	0.688	0.348	0.629	0.597	0.386
ダーゼンワトン比	1.999	1.998	1.998	1.997	2.001	2.000
AIC	8439	8881	8501	8321	8829	8610

データ(A)(B), すなわち路線ごとに、標準交通量によらず最良モデルの次数はほぼ一定であり、適合度指標値もほぼ同等である。標準交通量の違いによる誤差の差は小さく、回帰標準誤差=0.7 程度の精度が得られている (R^2 の違いは従属変数標準偏差に規定されている)。

次に、検証用データセットに対して 5 分先予測を行った際の相関係数、平均絶対残差、および平均絶対累積残差（残差の符号が逆転した時点で累積をキャンセル）の値を、当日の日平均交通量とあわせて表 2 に示す。

表 2 1 期先予測の相関係数および残差

	1994/10/30(日)			1994/10/31(月)		
	a)	b)	c)	a)	b)	c)
平均交通量	169.007			219.51		
標準交通量	a)	b)	c)	a)	b)	c)
相関係数	0.977	0.973	0.980	0.986	0.983	0.983
MAR	14.38	15.56	13.62	14.98	16.50	16.90
MACR	24.21	25.15	21.78	45.37	43.11	50.80
平均交通量	114.483			118.656		
標準交通量	a)	b)	c)	a)	b)	c)
相関係数	0.951	0.952	0.962	0.958	0.953	0.954
MAR	11.12	11.51	10.17	12.56	13.17	21.97
MACR	24.86	50.39	21.97	24.36	160.9	29.20

MAR: 平均絶対残差, MACR: 平均絶対累積残差

検証用データに対する予測においても、予測残差は標準交通量タイプ、日平均交通量によらずほぼ一定である。ここには示していないが、データセット(C)についても同様の結果が得られた。ARIMA モデルは安定した説明力、および予測能力を有していることがわかった。

2.4. 1 時間先予測への適用可能性

交通流シミュレーションの入力としての実用性を考慮し、1 時間 (12 期) 先予測の適用可能性を検討した例として、データ(A), 標準交通量 b) のパターンで

10月30日の8～17時の発生交通量を逐次予測で1時間先を予測した結果を図1に示す。

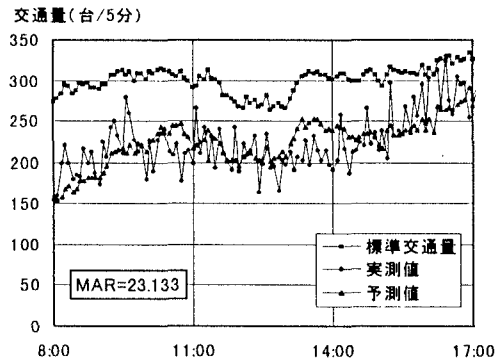


図1 1時間先発生交通量の予測結果

平均的な変動から大きく外れた交通量変動でもよく追従した予測が得られている。しかし別時点においては、突発的事象が原因の急激な変動が観測されているが、そのような下流側に原因がある急変動に対しては対応ができなかった。

3. 旅行時間予測への適用

3.1. 旅行時間関数

旅行時間関数として用いるモデルは、単一区間の $K-V$ 関係から導かれる $T = T_0 \exp(K/K_0)$ を基礎として、複数区間の平均密度 K を各区分 i の交通量の出入りから算出して与えようとするもので、以下の帰帰式に表される。

$$\ln T = \ln T_0 + \sum_i (a_i X_{it} + b_i \Delta X_{i(t-N)} + b_i I_{it}) \quad (3)$$

$$\Delta X_{i(t-N)} = \max \left[\sum_{n=1}^N (X_{i(t-1)(t-n)} - X_{i(t-n)}) , 0 \right] \quad (4)$$

ここに、

T : 旅行時間, T_0 : 自由流状態での旅行時間,

a_i, b_i : パラメータ,

X_{it} : 区分 i , 時点 t の交通量,

I_{it} : 区分 i に接続するするオンランプ入口交通量

データセット(C)の1週間分のデータを用いて、神戸線の尼崎一中之島間(全区間長5.2km, 4区分で構成)を対象に、車両番号マッチングによる旅行時間データから、i)800秒以上, ii)240～900秒のデータに対しそれぞれモデルを推定した。過去からの持ち越し量 ΔX の遡及期数 $N=2$ とした。区分交通量との関係を、実測の旅行時間の場合と比較して図2に示す。旅行時間の推計値と実測値の相関は0.914であった。

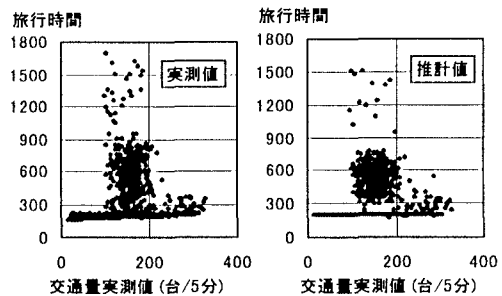


図2 上流区分間交通量-旅行時間の関係

3.2. 1時間先予測

発生交通量予測モデルによる1時間先予測データと旅行時間関数とを統合して、旅行時間予測を行った。結果を図3に示す。

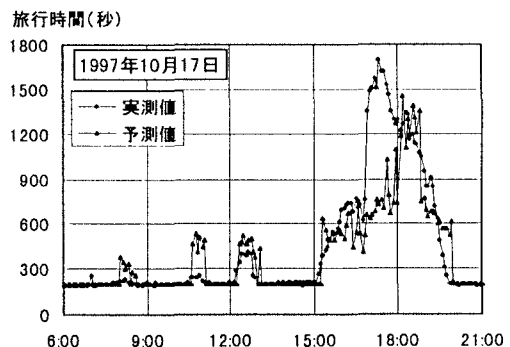


図3 旅行時間の1時間先予測結果

16時50分～17時20分付近の旅行時間の急激な増大に対してはうまく予測ができていない。しかし、急変動期の交通量観測値が1時間先予測に利用可能となる18時以降においてはよく変動を追従できている。

4. おわりに

ARIMAモデルによるリアルタイム発生交通量の予測が、時点・地点によらずほぼ同一精度であり、旅行時間予測へ適用可能であることを示した。今後は、ARIMAモデルで説明しきれない微細な変動や突発事象による急変動に対する予測を改善するために、現状では提案段階にあるニューラルネットワークを用いた方法¹⁾やカオス理論を適用したアプローチ²⁾も含め、他区分交通量を考慮したモデルへの拡張を検討していく予定である。

参考文献

- 1) 久井他: 感知器データに基づく一般街路のリンク交通量の短期予測, 第15回交通工学研究発表会論文報告集, pp69-72, 1995.
- 2) 辻他: カオス理論を適用した交通量予測モデルの開発に関する研究, JSCE関西支部年講 IV-105-1～2, 1997.