

## ランプ流入交通量に基づく都市高速道路本線交通量の時系列予測

名城大学  
名城大学  
フェロー  
日比野 亮  
松井 寛

### 1. はじめに

今日の都市高速道路では交通容量の不足に起因する自然渋滞が発生し、都市高速道路の円滑な交通を阻害している。そうした問題を解決するために、ソフト面での改善策としてオンランプ流入量の調整による流入制御等が提案されている。

本研究では、都市高速道路の円滑な交通を維持するための流入制御などに役立てるよう、オンランプ流入量に基づく本線交通量の予測を行うことを目的とし、重回帰分析とニューラルネットワーク(NN)モデルを用いて予測に有用なモデルを検討する。

### 2. 時系列予測の概要

高速道路では出入口が限定されているため、ある地点の本線交通量は、上流のオンランプから流入する交通量が時間遅れを伴いながら伝播することを用いればある程度予測が可能である。そこで本研究では重回帰分析とNNモデルの2つのモデルを用いてそれぞれ予測値を求める。目的変数は本線交通量  $\hat{Y}$  とし、時間を微小時間単位に離散化し、時点  $k$  における区間  $j$  の交通量は  $\hat{Y}(j, k)$  と表すことができる。また説明変数は上流のオンランプ  $i(i=1 \dots I(j))$  の  $k$  時点における流入台数を  $X(j, k)$  と表す。

#### 3.1 重回帰分析を用いた時系列予測

$$\hat{Y}(j, k) = \sum_{i=1}^{I(j)} a_i X(i, k - r_i) + a_0$$

$a_0$  は定数項、 $a_i$  は偏回帰係数である。 $k-r_i (r_i = 0, 1, 2 \dots)$  は各オンランプごとに最も相関が高いものを選定する。

#### 3.2 NNモデルを用いた時系列予測

本研究では実際の本線交通量のデータが揃っているため、図-1のような逆誤差伝搬法を用いることにする。各々のランプ流入交通量  $X(j, k-r_i)$  を入力層に出力し、隠れ層・出力層へと重み付けされながら伝わり、出力層から出力された値  $\hat{Y}(j, k)$  を実際の本線交通量  $Y$  を教師信号とし誤差を修正する。これら一連の学習を20,000回行う。 $r_i$  の選定は重回帰分析と同じく  $k-r_i (r_i = 0, 1, 2 \dots)$  の各オンランプごとに最も相関

が高いものを選定する。

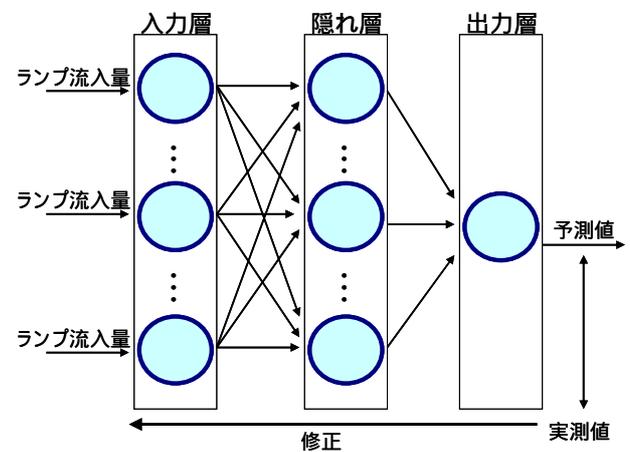


図1 逆誤差伝搬法の構造

### 4. 名古屋高速道路への適用

計算適用例として名古屋高速道路3号大高線上り方向を対象として分析を行う。データは平成17年7月14日午前8時から午前10時の対象本線上の19箇所を設置されたトラフィックカウンターから得られた5分間交通量・地点平均速度を用いる。対象区間は名古屋南JCTから堀田ランプ付近までの9.17kmとする。対象区間をトラフィックカウンターが設置された地点を区切りに上流から1~19の19の小区間に分けたものを区間  $j$  とする。また対象区間のランプ数及び番号  $i$  は、名古屋南(1)、名四連絡路(2)、大高入口(3)、星崎入口(4)、笠寺入口(5)とする。各区間と各ランプ間を時速60kmで走行したときの所要時間を表1に示す。

表1 時速60kmで走行した時の所要時間

区間	ランプ1	ランプ2	ランプ3	ランプ4	ランプ5
1	0.5分				
2	0.9分	0.3分			
3	1.3分	0.6分	0.3分		
4	1.8分	1.2分	0.8分		
5	2.3分	1.7分	1.3分		
6	2.7分	2.1分	1.7分		
7	3.1分	2.4分	2.1分		
8	3.5分	2.8分	2.5分		
9	4.0分	3.3分	3.0分	0.1分	
10	4.5分	3.8分	3.5分	0.6分	
11	5.0分	4.4分	4.0分	1.2分	
12	5.5分	4.9分	4.6分	1.7分	
13	6.1分	5.5分	5.1分	2.3分	0.6分
14	6.5分	5.9分	5.5分	2.6分	0.9分
15	6.9分	6.3分	5.9分	3.1分	1.4分
16	7.5分	6.9分	6.5分	3.7分	1.9分
17	8.1分	7.5分	7.1分	4.2分	2.5分
18	8.6分	8.0分	7.6分	4.8分	3.1分
19	9.2分	8.6分	8.2分	5.3分	3.6分

表2 重回帰分析の適用結果

区間	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>3</sub>	r <sub>4</sub>	r <sub>5</sub>	相関係数
1	0					0.827
2	0	0				0.783
3	0	0	0			0.921
4	0	0	0			0.891
5	0	0	0			0.865
6	0	0	0			0.847
7	0	0	0			0.907
8	0	0	0			0.861
9	0	0	0	0		0.863
10	0	0	0	0		0.833
11	0	0	0	0		0.825
12	1	0	0	0		0.815
13	1	1	0	0	0	0.852
14	1	1	0	0	0	0.836
15	1	1	1	0	0	0.874
16	1	1	1	0	0	0.859
17	2	2	2	1	1	0.830
18	2	2	2	1	1	0.769
19	2	2	2	1	1	0.798

## 5. 適用結果と考察

表2に重回帰分析の、表3にNNモデルの適用結果を示す。r<sub>i</sub>の選定においては重回帰分析・NNモデルともに、下流の区間ほどオンランプ流入量は過去に遡る結果となり、整合性がとれている。実測値と予測値の相関係数は重回帰分析では0.769から0.921までの値をとり、NNモデルでは0.794から0.924となりほとんどの区間でNNモデルのほうが重回帰分析よりも若干高い値をとった。また区間18と区間19の値において、NNモデルが重回帰分析を上回った。区間11から区間17においてもNNモデルが若干上回っている。区間1から区間10までは差はあまりみられない。以上の結果から予測地点が下流であるほどNNモデルが有用であることがわかった。その理由として朝のピーク時では下流地点で交通容量が一時的に限界に達しているために、線形モデルである重回帰分析でなく非線形モデルであるNNモデルの方がより柔軟に予測に適用できることが挙げられる。図2で区間19での時系列交通量が予測値と実測値で示されているが、NNモデルは重回帰分析よりも実測値に近い形をしている。

## 6. まとめと今後の研究計画

名古屋高速道路3号大高線(上り方向)では朝と夕方方のピーク時によるオンランプ交通量の増加が著しくピーク時とそうでない時間帯では交通状況も大きく異なる。交通容量という上限が存在する高速道路空間では、オンランプ流入量の増加が本線交通量と線形の関係になるとは限らない。よって非線形のNNモデルが予測に適することがわかった。

今後の課題として NNモデルを用いて名古屋高速

表3 NNモデルの適用結果

区間	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>3</sub>	r <sub>4</sub>	r <sub>5</sub>	相関係数
1	0					0.823
2	0	0				0.794
3	0	0	0			0.924
4	0	0	0			0.896
5	0	0	0			0.882
6	0	0	0			0.858
7	0	0	0			0.912
8	0	0	0			0.864
9	0	0	0	0		0.867
10	0	0	0	0		0.836
11	1	0	0	0		0.867
12	1	1	0	0		0.905
13	1	1	1	0	0	0.891
14	1	1	0	0	0	0.860
15	1	1	0	0	0	0.879
16	1	1	1	0	0	0.863
17	2	2	2	1	1	0.841
18	2	2	1	1	0	0.828
19	2	2	1	1	1	0.830

道路全線に適用すること 実用化に向けて処理速度の向上を計ることなどが挙げられる。そして今後さらに先の時点を予測するために、NNモデルを用いてオンランプ流入交通量の予測を行うことが必要である。

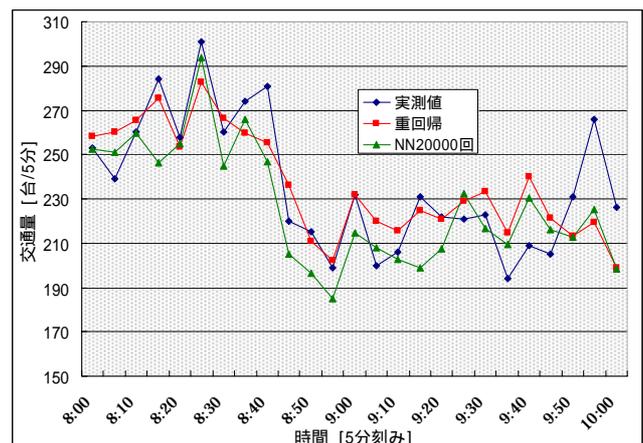


図2 区間19における交通量の予測値と実測値

## 参考文献

- 1) 山田恒・松井寛・藤田素弘：ニューラルネットワークに基づく都市高速道路交通流の動的予測，第13回交通工学論文集 pp153-156,1993,11
- 2) 野田侑揮・三宅徹・松井寛：都市高速道路の渋滞緩和を目指したランプ流入制御に関する研究，第28回交通工学研究発表会論文報告集,2008,11
- 3) 奥嶋政嗣・大窪剛文・大藤武彦・土田貴義・秋山孝正：ニューラルネットワークを用いた都市高速道路における時系列流入交通量予測の適用性の検討，第25回土木計画学研究発表会・講演集,2002

## 謝辞

本研究を進めるにあたって、資料提供していただいた名古屋高速道路公社に感謝の意を表します。