

Ⅳ-80

AVIデータを用いた都市高速道路の動的なOD推定法

東北大学大学院 学生員 藤由雅裕
愛媛大学工学部 正会員 朝倉康夫
愛媛大学工学部 正会員 柏谷増男

1. はじめに

ITSの一分野に車両番号認識装置(Automatic Vehicle Identification, AVI)を利用した交通流の観測システムがある。都市高速道路ではAVIデータを用いて、単位時間の観測リンク交通量から時間帯別OD交通量を推定する動的モデルが提案されている^{1),2)}。しかし、複数のAVIデータのマッチングや実データを用いたモデルの検証は必ずしも十分とはいえない。そこで本研究では、AVIデータを用いた時間帯別ブロック間OD表の推定手法の開発と適用性の検討を行った。

2. AVIによる観測データの特徴

AVIは車両に取り付けられたナンバープレートをCCDカメラ（高解像度カメラ）によって撮影し、画像処理によってナンバーを判別するものである。得られるデータは、車両ナンバーと検出時刻である。分析対象は阪神高速道路の神戸線（図-1）である。AVI設置位置は月見山、柳原、上摩耶、芦屋の4ヶ所である。AVIとAVIの間の区間をブロックと呼ぶ。

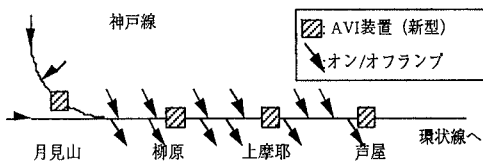


図-1 AVI装置の設置位置

表-1 月見山で検知された車両のマッチング結果

時間帯t (分)	検知器	AVI	マッチング数		
	による 観測台数	による 観測台数	柳原	上摩耶	芦屋
0-30	1883	998	533	138	0
30-60	1603	799	417	91	3
60-90	1567	775	380	105	2
90-120	1601	820	448	94	2
計	6654	3392	1778	428	7

1996年12月4日（水）の7:00～9:00の間の観測結果の一部を表-1に示す。検知器による観測台数は、時間帯tに検知器で観測された車両台数、AVIによる観測台数はAVI(月見山)で時間帯tにナンバープレートが観測された車両台数、マッチング台数はAVIによる観測台数の

うち下流側でナンバープレートが一致した車両台数である。この表から月見山のAVIの検知率は平均51.0%(3392/6654)であることがわかる。月見山を通過した車両(3392台)のうち、下流側のAVIで観測された車両の割合はそれぞれ52.4%,12.6%,0.2%である。上摩耶のAVIの検知数が比較的小ないため、上摩耶と芦屋のマッチング数が少なくなっている。

表-2 AVI-1を通過した車のうちblock-3へ向かった車のAVI-2における各時間帯ごとのマッチング数

	第2番目のAVI通過時間帯						計
	s=1	s=2	s=3	s=4	s=5	s=6以降	
第1番目のAVI通過時間帯							
t=1	411	116	2	3	1	0	533
t=2	-	331	85	0	0	1	417
t=3	-	-	303	76	0	1	380
t=4	-	-	-	345	100	3	448
計	411	447	390	424	101	5	1778

連続する複数のAVIによる観測データを集計することにより、表-2のように $W_{ij}^a(t,s)$ と $W_{ij}(t)$ を求めた。

$W_{ij}^a(t,s)$ は、第1番目($i=1,2,3$)のAVIを時間帯tに通過し、第j番目($j>i$)のブロックへ向かった車両で、時間帯sに第a番目($i<a\leq j$)のAVIを通過した車両台数(台)である。 $W_{ij}(t)$ は第i番目のAVIによる観測台数のうち、下流側のAVIでナンバープレートが一致した車両台数である。これらの値から時間帯影響係数 $Q_{ij}^a(t,s)$ を次の式で求める。

$$Q_{ij}^a(t,s) = W_{ij}^a(t,s) / W_{ij}(t) \quad (1)$$

時間帯影響係数とは、時間帯tにblock-iから流入し、block-jに向かう車両が時間帯sにAVI-aを通る割合である。時間帯影響係数は、動的OD推定モデルにおいて未知変数である時間帯OD交通量を用いてリンク交通量を表現する際にもちいる。

3. AVIデータを用いた動的OD推定モデル

流入台数を制約条件として、交通量の推定値と観測値の残差自乗和を最小化することで時間帯別OD表を推定する。モデルは次のように定式化できる。

$$Z = \sum_a \sum_s \{v_a(s) - v_a^*(s)\}^2 - \text{最小化} \quad (2)$$

Sub. to

$$\sum_j X_{ij}(t) = G_i(t) \quad (3)$$

ここに、 $v_a(s)$ は以下の条件をみたす。

$$v_a(s) = \sum_i \sum_j \sum_{t,s} (1 - \alpha) X_{ij}(t) Q_{ij}^a(t,s) \quad (4)$$

なお、 α ：AVIで観測される交通流の非検知率

$X_{ij}(t)$ ：時間帯 t に block- i から流入し、block- j へ向かう
台数（未知）

$v_a(s)$ ：時間帯 s における AVI- a の交通量の推定値

$v_a^*(s)$ ：時間帯 s における AVI- a の交通量の観測値

$Q_{ij}^a(t,s)$ ：時間帯 t に block- i から流入し、block- j へ向かう
車が時間帯 s に AVI- a を通る割合

$G_i(t)$ ：時間帯 t に block- i から流入した台数（所与）

である。

この最適化問題を Lagrange の未定乗数法を応用して解くと次の連立 1 次方程式を得る。

$$\begin{pmatrix} A & C \\ D & O \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ \lambda \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} B \\ G \end{pmatrix} \quad (5)$$

ここで X , G , λ はそれぞれ $X_{ij}(t)$, $G_i(t)$, λ_{it} を要素とするベクトルであり、マトリックス A , C , D , O およびベクトル B は以下のような要素を持つ。

$$A_{ijt,IT} = \sum_a \sum_s 2Q_{ij}^a(t,s)Q_{IT}^a(T,s)$$

$$C_{ijt,IT} : I=I, t=T \text{ のとき } 1, \text{ その他のとき } 0$$

$$D_{it,IT} : I=I, t=T \text{ のとき } 1, \text{ その他のとき } 0$$

$$O : \text{すべて } 0$$

$$B_{ijt} = \sum_a \sum_s 2Q_{ij}^a(t,s)V_a^*(s)$$

である。ただし、 $V_a^*(s)$ と $V_a(s)$ はそれぞれ $v_a^*(s)$ と

$v_a(s)$ を $1 - \alpha$ で除したものである。

4. 阪神高速道路神戸線データによるモデル検証

上摩耶において AVI 装置の検知数が少ないため、月見山と柳原の AVI データを用いて、3つのブロックで OD 推定を行う。実際にはランプから流入して最初の AVI 装置を通過するまでに時間がかかるので、時間帯の最後の方で流入した車両は、最初の AVI 装置を通過する時間帯が流入した時間帯の次の時間帯になる。しかし、ここでは簡略化のためランプから流入して最初の AVI 装置まで移動するのに時間がかからないものとしている。

時間帯間隔が30分の推定結果を表-3に示す。時間帯 1 の block-1 から block-2 の交通量は負である。これは既にネットワーク上に存在している車両の影響と考えられる。時間帯間隔を短くすると、負の OD 交通量がいくつかの時間帯で発生してしまう。理由としては、AVI のマッチング台数が少なく、影響係数の値が不安定になるためであると考えられる。

推定結果の検証を行うために阪神高速道路起終点調査から得られるランプ間 OD 表を推定結果と同じ block で block 間 OD 表に集約した結果を表-4に示す。時間帯間隔 30 分の流入時間帯別の OD 表の推定結果と比較するために、起終点調査の 1 時間帯間隔の OD を 1/2 にしたものを 30 分間隔の OD とみなす。時間帯 1 を除くと表-3 と表-4 はおおむね整合的である。時間の経過とともにブロック間の交通量の変化傾向も一致している。

この結果から本研究による OD 推定はおおむねうまく再現できているといえる。

表-3 流入時間帯別 OD 交通量の推定結果

時間帯間隔 30 分			
T=1	2	3	
1	-247	2162	
2	-	539	
T=2	2	3	
1	347	1324	
2	-	551	
T=3	2	3	
1	239	1297	
2	-	562	
T=4	2	3	
1	153	1421	
2	-	520	

表-4 阪神高速道路起終点調査による OD 表

時間帯間隔 1 時間			
T=1,2	2	3	
1	653	2543	
2	11	1014	
T=3,4	2	3	
1	285	2833	
2	0	1017	

参考文献

- 1) 安井一彦・池之上慶一郎・竹内秀城：ネットワークにおける OD 交通量のリアルタイム推計手法について。土木計画学研究・講演集，No.17，pp.457-460，1995。
- 2) 田名部淳・大藤武彦・杉山守久・朝倉康夫：AVI データを用いた時間帯別路線間 OD 交通量の推計。土木計画学研究・講演集，No.18(1)，pp.193-196，1995。