

観測区間交通量を考慮した ETC 統計データによるランプ間 OD 推定モデルの構築

岐阜大学大学院 学生会員 ○廣川和希
岐阜大学 正会員 倉内文孝
交通システム研究所 正会員 大藤武彦
正会員 小澤友記子

1. はじめに

交通管制において、「OD (Origin-Destination) 交通量」は重要な基礎データの 1 つである。しかしながら、一般的な OD 交通量は、アンケート調査等で推定されており、必ずしも高精度で把握されているとはいえない。一方、高速道路上では近年 ETC が急速に普及し、ETC 車両に限れば OD 交通量データを正確かつ大量に得られる環境が整いつつある。このような背景のもと、個人情報を含まない統計的に処理された ETC 統計データとオン/オフランプの流入/流出交通量を用い、車種別時間帯別にランプ間 OD 交通量を推定する方法¹⁾が提案されているが、観測区間交通量との整合性が課題とされている。本研究は、阪神高速道路を対象に、先行研究¹⁾で提案された車種別時間帯別ランプ間 OD 推定モデルに、観測区間交通量との誤差の最小化を目的関数に付加することで推定精度の向上を目指すものである。

2. 観測区間交通量を考慮した車種別時間帯別ランプ間 OD 推定モデルの定式化

2.1 対象ネットワークと観測データ

本研究では、阪神高速道路の交通管制での利用を前提に、車種別時間帯別ランプ間 OD 推定モデルを構築する。阪神高速道路での営業上の車種は、普通/大型の 2 種類であるため、本研究もこの定義に従う。また、推定の時間帯幅は 1 時間とする。

阪神高速道路上では、オン/オフランプでの車両検知器による観測流入/流出交通量データ、料金所での車種判別装置による車種判定データ、オン/オフランプ間に設置されている車両検知器による区間交通量や空間平均速度などが観測されている。本研究ではこれらも活用する。

2.2 交通量観測データ

流入交通量は、車両検知器と車種判別装置のデータから車種別時間帯別に、流出/区間交通量は車両検知器のデータから車種区分なく時間帯別に求める。なお、阪神高速道路では、いくつかのオフランプで車種判別装置により車種判別データを取得しており、先行研究では、観測されている場合はそれを、されていない場合には近隣のデータを用いて補完しながら流出交通量も車種別に処理していた。しかし、多くの車種別流出交通量データが補完されたものであり、必ずしも信頼性の高いデータではなかった。また、データクリーニングが非常に複雑なため、本研究では流出交通量については車種区分をせず、全車交通量として扱う。ETC データは、オン/オフランプ、流入/流出時間、車種情報別に集計された統計データを用いる。

2.3 ランプ間 OD 推定モデルの定式化

表-1 に本研究で用いる変数・定数定義を示す。もし ETC により計算される g_{ijsk} が全車両のそれと同等であるならば、 y_{ijsk} と g_{ijsk} には以下の関係が成立する。

$$y_{ijsk} = g_{ijsk} \cdot \sum_{j'} y_{ij' sk} \quad \forall i, s, k \quad (1)$$

また、OD 交通量と流入/流出/区間交通量には、次の関係が成立する。

$$\sum_j y_{ijsk} = o_{isk} \quad \forall i, s, k \quad (2)$$

$$\sum_s \sum_i r_{ijst} \sum_k y_{ijsk} = d_{jt} \quad \forall j, t, k \quad (3)$$

$$\sum_s \sum_i q_{aijst} \sum_k y_{ijsk} = v_{at} \quad \forall t, a \quad (4)$$

これらの関係式を用いて、車種別車種別ランプ間 OD 推定モデルを定式化し、以下に示す。モデルは、推定計算の容易さを考慮し、最小二乗法を用いた手法を適用している。先行研究では、車種別に推定を行っていたが、流出交通量および区間交通量について、車種分類することが困難であるため、2 車種の一括推定を行う。

表-1 変数・定数定義

y_{ijsk}	時間帯 s にオンランプ i から流入した車種 k の車両の内、オフランプ j から流出する交通量 (未知変数の OD 交通量).
g_{ijsk}	時間帯 s にオンランプ i から流入した車種 k の車両のオフランプが j である割合.
r_{ijst}	時間帯 s にオンランプ i から流入した車両が時間帯 t にオフランプ j を流出する割合.
q_{aijst}	時間帯 s にオンランプ i から流入した目的オフランプ j の車両が時間帯 t に区間 a の観測地点を通過する確率 (時間帯別区間利用率).
o_{isk}^*	時間帯 s にオンランプ i から流入した車種 k の交通量の観測値
d_{jt}^*	時間帯 t にオフランプ j から流出した交通量の観測値.
v_{at}^*	時間帯 s に区間 a を通過した交通量の観測値.
α_{ijsk}	観測データの信頼性を考慮するための重み.
β_{isk}	同上.
γ_{jt}	同上.
η_{at}	同上.

$$\begin{aligned}
\min_y \quad & \sum_k \sum_s \sum_j \sum_i \alpha_{ijsk}^2 \left(g_{ijsk} \sum_{j'} y_{ij'rsk} - y_{ijsk} \right)^2 \\
& + \sum_k \sum_s \sum_i \beta_{isk}^2 \left(o_{isk}^* - \sum_j y_{ijsk} \right)^2 \\
& + \sum_t \sum_j \gamma_{jt}^2 \left(d_{jt}^* - \sum_s \sum_i r_{ijst} \sum_k y_{ijsk} \right)^2 \\
& + \sum_t \sum_a \eta_{at}^2 \left(v_{at}^* - \sum_s \sum_j \sum_i q_{aijst} \sum_k y_{ijsk} \right)^2 \\
\text{subject to } & y_{ijsk} \geq 0 \quad \forall i, j, s, k
\end{aligned}$$

目的関数の第1項は、ETC 統計データから求められる既存オフランプ選択確率 g_{ijsk} から計算される時間帯別車種別 OD 交通量と推定交通量との誤差の二乗和であり、第2項から4項はそれぞれ式(2)から(4)の関係式に基づいた、観測流入/流出/区間交通量と推定交通量との誤差の二乗和となっている。なお、推

定に用いる時間帯別区間利用率 q_{aijst} は、車両検知器から得られる空間平均速度を利用しタイム・スライス法で算出する。車種別時間帯別のオンランプごとのオフランプ選択確率 g_{ijsk} 、オフランプの流出時間帯割合 r_{ijst} は ETC 統計データから算出する。

3. モデルの OD 推定精度検証

構築したランプ間 OD 推定モデルの精度検証のために、阪神高速道路 3 号神戸線上り路線 (大阪方面行き) の 2007 年 5 月の 1 カ月間 (ETC 平均利用率 62.7%) の実データを用いてランプ間 OD 推定精度の検証を行う。対象区間が比較的短い (全長約 37km) ため、データの信頼性を考慮し流入から流出までの所要時間が 3 時間帯以上の車両については分析から除外している。また、区間交通量は、渋滞が頻発するなど、全体に与える影響の大きい柳原入-京橋出、深江出-芦屋入、尼崎西出-大和田出の 3 区間を考慮する。なお計算結果については、講演時に示す。

4. おわりに

本研究では、先行研究での課題である区間交通量との整合性を確保するため、新たに観測区間交通量を考慮した車種別時間帯別 OD 推定モデルの構築を行った。今後、構築したモデルについて精度検証を行うとともに、観測データの信頼性係数についても検証していく予定である。

本研究により、従来のアンケート調査と比べ、精度の高い OD 交通量が比較的容易に推定可能となり、よりの確な高速道路上での交通管制が可能と考える。

謝辞

本研究は、「平成 23 年度交通流シミュレーションの活用と関連技術に関する調査研究業務」の一部として遂行された。阪神高速道路株式会社には実データを提供して頂き、また京都大学宇野伸宏教授には様々なアドバイスを頂いた。記して深く感謝致します。

参考文献

- 1) 倉内, 金, 宇野, 石橋: ETC 統計データによる時間帯別ランプ間 OD 交通量推定, 第 28 回交通工学研究発表会論文集, pp.205-208, 2008.