

サイクリック経路を除去した吸収マルコフモデルによる OD 交通量推計に関する研究

金沢大学大学院 自然科学研究科 正会員 ○ 高山 純一
 金沢大学大学院 自然科学研究科 正会員 中山 晶一郎
 前田建設工業株式会社 八木 基徳
 東北大学大学院 情報科学研究科 正会員 赤松 隆

1. はじめに

現在の道路網では、自動車の急激な増加に伴い円滑な自動車交通を確保することが非常に困難な状況にある。これらの諸問題を解決する手段は多々考えられるものの、道路施設の拡充等のハード面による対策は時間や費用が多分に費やされる。よって、信号制御の最適化や交通規制の見直し等、現道路網の運用効率を高めるソフト面での対策が有効と考えられる。しかし、それらを行うためには実際の対象地域に則した OD 交通量を詳細に把握することが不可欠であり、これまでにそのための方法がいくつか提案されている。

対象地域内の道路区間上での実測交通量と交差点での右左折直進比率を与件として、比較的手軽に OD 推計を行うことが可能な「GA マルコフ OD 推計法」¹⁾もその1つである。このモデルについては、実際の道路網に則したネットワークでの実用性の検証は未だ行われていない。よって本研究では、モデル開発者が共有できるデータである平成8年度吉祥寺・三鷹ベンチマークデータセット²⁾を用いて実用性の検証を行うことを目的としている。更に、吸収マルコフ連鎖を経路選択に用いた際に生じる、サイクリック経路の影響を除去することにより、モデル推計精度の向上を検討する。

2. 推計モデルの基本的な考え方

(1) 吸収マルコフ連鎖を用いた OD 推計法の手順³⁾

大まかな推計手順を以下に示す。

(STEP1)

対象地域内部からの未知の発生交通量 (V) を GA (遺伝的アルゴリズム) により発生させる。

(STEP2)

交差点分岐確率等から推定される遷移確率行列

(P) (式(4) 参照) の成分である式(5)と(V)を以下に示す式(1), (2)に代入することにより, OD 交通量に相当する値となる集中交通量 (U), そして推計道路区間交通量 (EX_k) を求める。

(STEP3)

道路区間交通量の推計値 (EX_k) と実測値 (RX_k) との残差平方和 W (式(3)) の逆数 (f) を計算する。

(STEP4)

評価関数 (f) が最大値を取るまで, 淘汰・交叉・突然変異等 GA の各操作を行い, STEP1 から STEP3 を繰り返す。

$$(U) = (V)(I - Q_2)^{-1} \tag{式(1)}$$

$$(EX_k) = (V)Q_1(I - Q_2)^{-1} \tag{式(2)}$$

$$W = \sum (RX_k - EX_k)^2 \tag{式(3)}$$

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{吸収源} & \text{発生源} & \text{過渡状態} \\ 1 \dots r & r+1 \dots r+r & 2r+1 \dots 2r+s \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ \vdots \\ r \\ r+1 \\ \vdots \\ r+r \\ 2r+1 \\ \vdots \\ 2r+s \end{matrix} & \left(\begin{array}{c|c|c} I & & O \\ \hline & & \\ \hline R & & Q \end{array} \right) & \begin{matrix} \text{吸収源} \\ \text{発生源} \\ \text{過渡状態} \end{matrix} \end{matrix} \tag{式(4)}$$

$$Q = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{発生源} & \text{過渡状態} \\ 1 \dots r & r+1 \dots r+s \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ \vdots \\ r \\ r+1 \\ \vdots \\ r+s \end{matrix} & \left(\begin{array}{c|c} 0 & Q_1 \\ \hline 0 & Q_2 \end{array} \right) & \begin{matrix} \text{発生源} \\ \text{過渡状態} \end{matrix} \end{matrix} \tag{式(5)}$$

また, 吸収源 (ノードからのトリップ吸収箇所) を吸収状態, 発生源 (ノードからのトリップ発生箇所) と過渡状態 (リンク上) を非吸収状態としている。

Key Words: 吸収マルコフ連鎖, OD 推計法,

* 金沢大学大学院自然科学研究科

〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20

TEL076-234-4613(takayama@t.kanazawa-u.ac.jp)

GA についての遺伝的オペレータについては、1 点交叉を用い、交叉確率 0.6、突然変異確率 0.1、人口 2000、最大世代 200 として推計を行った。なお、推計精度の検討は道路区間交通量、OD 交通量とした。

(2) サイクル経路による影響の除去

ここでは、サイクル経路を採ることにより過剰推計される交通量を除去することを目指す。サイクル経路を採るか否かは、交差点を挟んでの、ある過渡状態から他の過渡状態への遷移状況如何によって決定するので、遷移確率行列では、式(5)における Q_2 の成分のみが影響することになる。

そこで、吸収されるまでに各非吸収状態を通過する期待値を表す、吸収マルコフ連鎖の基本行列 $(I - Q_2)^{-1}$ を算出する前に、 Q_2 についての処理を行う。

ここで、吸収マルコフ連鎖を用いた OD 推計モデルはマイクロシミュレーションである。また、本研究で用いたネットワーク²⁾では、右折・左折共に全て 90° の角度変化で表現できる。回転角度(遷移回数)の概念において、右折回数 u と左折回数 s との差が 3 以上となる ($|u - s| \geq 3$)、すなわち、出発地点や一度通過した交差点やリンク、内部ノードに再度近づくような経路選択を行った際には、その経路選択をサイクリックな経路とみなし、過渡状態相互間の遷移確率行列 $Q_2(i, j)$ の各成分からそのような経路を選択する確率を減じ、新たな成分 $Q_2'(i, j)$ を算出する。式を以下に示す。

$$Q_2'(i, j) = Q_2(i, j) [1 - \{(Q_2)_1(Q_2)_2 \cdots (Q_2)_r\} \{(1 - R_1)(1 - R_2) \cdots (1 - R_x)\}] \quad \text{式(6)}$$

$(Q_2)_r$: 通過交差点 r での右左折直進比率

R_x : 通過内部ノード x での吸収率

r : 処理終了までの交差点通過箇所数

x : 処理終了までの内部ノード通過箇所数

成分 $Q_2'(i, j)$ を、式(1)(2)に考慮して、以降は GA マルコフ OD 推計法と同様に推計を行う。

3. 結果と考察

それぞれの推計法による OD 交通量の検証結果を図-1、図-2に、相関係数を表-1に示す。図-1より、吸収マルコフ連鎖による誤差は交通量の多い箇所で

は比較的表れにくいこと等が見てとれる。また、サイクル除去を考慮した場合、特に内部からの発生交通に対しての相関に大きな改善が見られることから、サイクル経路を採ることによる過剰な交通量の推計は抑制できたと考えられる。

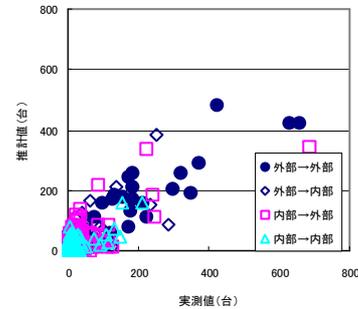


図-1 GA マルコフによる OD 交通量の相関図

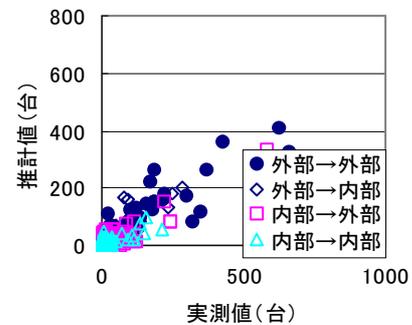


図-2 サイクル導入後の OD 交通量の相関図

表-1 相関係数の比較

-	道路区間交通量	OD交通量	外部→外部
GAマルコフ	0.927	0.738	0.815
概念導入後	0.932	0.745	0.806
-	外部→内部	内部→外部	内部→内部
GAマルコフ	0.727	0.649	0.638
概念導入後	0.734	0.737	0.68

4. おわりに

今後は多分岐交差点を含むネットワーク等を考慮するとともに、ロジットモデルを考慮したマルコフ連鎖配分法⁴⁾を導入したモデルの構築ならびに時間軸を考慮したモデルの動的化の検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 高山純一・義浦慶子・杉山智美: 吸収マルコフ連鎖を用いた観測交通量からの OD 推計法の精度に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.21-2, pp. 321-324, 1998.
- 2) 交通シミュレーションクリアリングハウス, H8 吉祥寺・三鷹ベンチマークデータセット, <http://www.jste.or.jp/sim/>
- 3) 佐佐木綱: 吸収マルコフ過程による交通流配分理論, 土木学会論文集, No.121, pp. 28-32, 1965.
- 4) 赤松 隆・牧野幸雄: 複素数空間で経路の幾何学要因を考慮した確率的交通配分, 土木計画学研究・講演集, Vol.19-1, pp.553-556, 1996