

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 学生員 ○ 八木 基徳
 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 晶一朗

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が、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。

対象地域内の道路上での実測道路区間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、大きくゾーニングを行った平成7年度金沢都市圏のパーソントリップ調査データを用い、その妥当性を検証している¹⁾ものの、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を用いて実用性の検証をすることを目的としている。使用したデータは、平成8年度吉祥寺・三鷹ベンチマークデータセット²⁾であり、道路区間交通量ならびに OD 交通量の実測値と推計値とを比較することによって、モデルの推計精度の検証を行う。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な経路を除去することにより、モデル精度の向上を計る。

2. 基本概念

(1) 推計のための前提条件

GA マルコフ OD 推計法について、実際の OD 交通量は次の1)～3)の条件を満たすものと仮定する。¹⁾

- 1) ある任意のノードから出発した車両は、同じノードに帰着しない。
- 2) 外周上の隣接ノード間の交通はない。

3) 対象地域の内部ノードで発生する交通量及び吸収する交通量は、他の交通量に比べて比較的少ない。

なお、本推計法の前提条件は以下に示すとおりである。

前提条件1(与件): 観測道路区間交通量及び各交差点での右左折直進比率が観測されていること。

前提条件2(経路選択): 交差点での右左折直進比率を用いて、吸収マルコフ連鎖の遷移確率行列を作成し、吸収マルコフ連鎖を用いて遷移先を決定する。

以上の前提条件より、与件の種類が少なく、未知の値は対象地域内部のノード上の発生源からの発生交通量のみとなる。これが、当モデルが比較的手軽に推計を行うことができるとしている由縁である。

(2) 吸収マルコフ連鎖を用いた OD 推計法の手順³⁾

GA マルコフ OD 推計法の大まかな手順を以下に示す。

(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。

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

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

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

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

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

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。

GAについての遺伝的オペレータについては、交差 1、交差確率 0.6、突然変異確率 0.2、人口 2000、最大世代 200 とし、推計精度の検討項目は道路区間交通量、OD交通量とした。

3. 結果と考察

GAマルコフOD推計法の検証結果を図-1、図-2に示す。検証結果を実測値と推計値の相関でみると、道路区間交通量が 0.927、OD交通量が 0.788 であった。道路区間交通量については対象地域内部に位置するリンク程誤差が大きく、ODについては外部間を通過するODよりも内部に関連するODの方が実測値との誤差が大きくなったことから、交通量の少ない対象地域内部の方が吸収マルコフ連鎖による経路選択行動の悪影響を受けやすいと考えることができる。

4. おわりに

本研究では吉祥寺・三鷹ベンチマークデータを用い、GAマルコフOD推計法により推計した道路区間交通量、及びOD交通量を実測値と比較することによって、モデルの実用性の検証を行った。結果としてGA

や吸収マルコフ連鎖による誤差はあると考えられるものの、推計された道路区間交通量・OD交通量は実測値に近い値をとっていると言えるのではないかな。

また、吸収マルコフ連鎖のデメリットといえるであろう、同じリンクを何度も通ってしまうといった問題点を改善する手法が提案されており⁴⁾、この理論を当モデルに適用することを検討中である。その結果については講演時に発表したい。

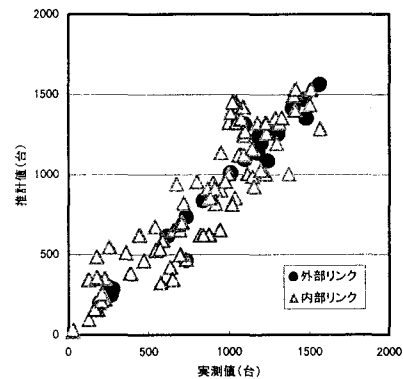


図-1 道路区間交通量の相関図

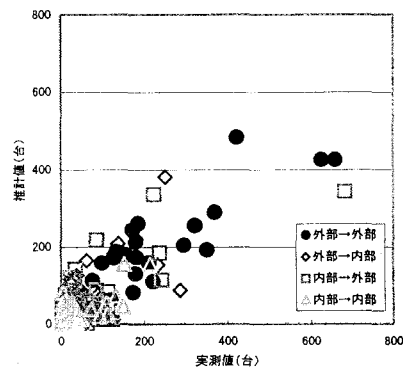


図-2 OD交通量の相関図

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