LOGITモデル考慮したGA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　フェロー　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
東北大学大学院情報科学研究科　正会員　赤松　隆
金沢大学大学院自然科学研究科　学生員　○　鈴村　哲矢

1. 本研究の背景

近年，わが国では自動車交通が急激に増加したことにより，現在の道路では自動車の機動性を十分発揮させるという道路の目的を果たすことがとても困難な状態にある．その解決策として費用や時間を抑えるためにソフト的な対策法（各種の交通規制，または交通規制の見直しや信号制御の最適化等）が有効となる．

ある特定地域において交通規制の見直しや信号制御の最適化を行うためには，対象とする地域内での現状OD交通量を詳細に把握することが重要である．しかし，従来のパーソントリップ調査を基本としたマクロなOD推計モデルでは，都市圏全体を対象とする場合には詳細な地域にまで調査が行き届かず，推計精度上限界のある場合が多い．このような場合には，実測道路区間交通量から対象地域内のOD交通量を推計する方法が有効である．

2. 本研究の目的

本研究では，それほど費用をかけずに，しかも手軽に推計が行えるGAマルコフOD推計法について，実用性の検証を行うことを目標としている．しかし，マルコフ連鎖配分では，従来，利用者の行動論的根拠はないものとして考えられてきた．そこで，LOGIT式を導入すれば，LOGIT型確率配分モデルと等価となる．具体的には，既存のGAマルコフモデルの遷移確率行列をLOGITモデルと整合的な推移確率で与えることにより，利用者の行動理念を導入する．その際，ネットワークの構造や遷移確率が，従来のままでは不都合な点等があるので，そういった点についても逐次修正を行っていく．

3. 研究の方法

(1) ＧＡマルコフＯＤ推計法について

本研究では，対象地域は井型モデルにモデル化し，対象地域外ノードの発生交通量は，対象地域外から対象地域内への道路区間交通量と等しいとする．また，この推計法で前提条件，つまり既知として用いるインプットデータは観測区間交通量・交差点右左折直進交通量であり，経路選択は交差点右左折直進交通量を用いて遷移確率行列を作成し，吸収マルコフ連鎖を用いて決定する．手順[1]は講演時に発表する．モデルによって推計した値の良否を判別するために，実際の交通データを用いて比較・検討を行う．用いるデータとしては，Validation（実データによるモデルの検証）用データである東京都・吉祥寺エリア（総リンク数 118，外部ノード数 13，交差点数 17，内部ノード数 22）の平成８年度 10 月 30 日 AM7:50～AM10:00 における各リンク交通量・各車両通過時刻・実ODデータを用いている．詳しいネットワーク図を以下の図１に示す．

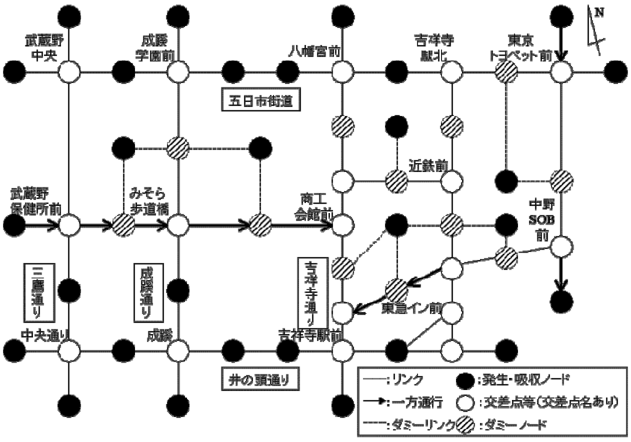

図１．東京都吉祥寺エリアネットワーク図

（２）ＬＯＧＩＴモデルの導入について

本研究で用いるマルコフ連鎖配分では，推移確率は観測交通量から推計されることを前提としている．そのため，利用者の行動論的根拠はないものと考えられてきたが，推移確率を次の式（１）で与えれば，マルコフ連鎖配分によるフローパターンは，LOGIT型確率配分モデルと等価となる．式（１）において，i,j はそれぞれノード i，j を，o は発生ノード，d は集中ノードを表している．また，r はODペア(o,d)間の r 番目経路を，t_{ij} は ij 間のリンクコスト，C_r は r 番目経路のコストを

キーワード　道路区間交通量，GA，吸収マルコフ連鎖，LOGITモデル
連絡先：金沢大学大学院自然科学研究科　〒920－1192　金沢市角間町　Tel : 076-234-4613　Fax : 076-234-4644

表す.

$$Q(j|i)=\exp\left[-\theta t_{ij}\right]\frac{V_{jd}}{V_{id}} \qquad (1)$$

ここで，$V_{id}=\sum_{r=1}^{\infty}\exp\left[-\theta C_r^{od}\right]$ （2）

式（1）により算出された推移確率$Q(j|i)$が，マルコフ行列の過渡間の推移状態をあらわすQの部分に相当する．求められたQを用い，従来のGAマルコフモデルの計算手順により，道路区間交通量およびOD交通量を計算する．

（3）経路を限定しないＬＯＧＩＴ型配分の計算法

式(1)で定義された条件付き確率を計算するためには，式(2)で定義されたV_{ij}を要素とする行列Vの値を評価する必要がある．しかし，Vはサイクルを含めた無限個の経路を考慮した定義となっているため，経路を列挙するような直接的な方法では評価できない．そこで，Vの値をマルコフ連鎖に類似した行列演算によって評価する方法を考える．

まず，発生ノード数r個，過渡ノード数s個のネットワークにおいて，以下のような抵抗行列$\underline{W}$を定義する．

$$\underline{W}=\begin{bmatrix}0&0&0\\0&0&W_1\\W_2&0&W\end{bmatrix} \qquad (3)$$

W_1:r×s行列．W_1の(o,i)成分は発生ノードoがリンクiと結ばれているなら1，そうでなければ0

W_2:s×1行列.W_2の(i,d)成分は吸収ノードdがリンクiと結ばれているなら1，そうでなければ0

W:s×s行列.Wの(i,j)成分はリンクのペア(i,j)が1リンクで結ばれているなら$w_{ij}=exp[-\theta t_{ij}]$，そうでなければ0

Vの要素は，各種経路についての和演算をもとに定義されているが，この演算は，リンクを1本通過する経路，2本通過する経路，･･･n本通過する経路･･･と分割したあとに重ね合わせて考えることができる．従って，Vは$W+W^2+W^3+\cdots$によって与えられる．ここで，行列WがHawkins-Simon条件を満足していると仮定すると，Wの行列級数の和は以下の逆行列:

$$I+W+W^2+W^3+\cdots=[I-W]^{-1} \qquad (4)$$

に収束する．従って，Vは

$$V=[I-W]^{-1}-I \qquad (5)$$

で与えられることがわかる．以上のことより，LOGIT型の確率配分の解を得るための手順は，次のようにまとめられる:

Step 1 :式（5）の逆行列計算によりVの値を計算する

Step 2 : Vの値を式（1）に代入しQを計算する

4. 実ネットワークへの適用

2節で示した東京吉祥寺エリアネットワーク図に3節の理論を適用しOD交通量を推計することを考える．しかし，式(1)は多起点1終点のネットワーク上で成立するが，ケーススタディで用いられているネットワークは，多起点多終点となっているため，修正が必要となってくる．また，マルコフ連鎖配分にLOGITモデルを組み込む際に，必要となるようなネットワークや遷移確率の修正を行う．それらの修正を終えた後，LOGIT型GAマルコフモデルによるケーススタディを行い，モデルのOD交通量の推計精度を検討する．

5. 今後の課題

実際に，LOGIT型確率配分モデルを適用する場合には，θの値を設定する必要がある．θも変数として，各ノードからの発生交通量と同時に推計することも可能であるが，ここでは交差点での右左折直進比率に合うように，事前にキャリブレーションして求めることにする．また，一度通過したリンクを複数回通過するようなサイクル経路については，サイクルがないように事前にサイクル経路の選択確率を減ずるようにモデルを修正する．

参考文献

1）八木基徳・高山純一・中山晶一朗：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，土木学会中部支部講演概要集，pp. 429－430，2004
2）佐佐木綱：吸収マルコフによる交通量配分理論，佐佐木綱先生 退官記念論文集，水の巻，pp. 212－216,
3）Takashi Akamatsu，Cycle Flows,Markov Process and Stochastic Assignment,Transportation Research PartB，1995
4）赤松隆・牧野幸雄：経路を限定しない確率的利用者均衡配分，土木計画学研究・講演集，No.18(2)，pp. 717－720，1995
5）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/