

IV-377 遺伝的アルゴリズムを用いた吸収マルコフ連鎖による観測交通量からの簡易OD推計法

金沢大学工学部 正会員 ○ 高山 純一
 積水ハウス 足立 義幸
 京都大学工学部 正会員 飯田 恭敬

1. はじめに

都市内における交通渋滞は最近日常化しており、これまで様々な対策が取られてきている。の中で、交通規制の見直しや交通信号制御の最適化など、ソフト対策が即効性のある有効な方法といえるが、そのようなソフト対策を実施するためには、対象とする地域のOD交通量を詳細に把握することが不可欠である。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ような場合には有効であるが、都市内のある限定された狭い地域を対象とするような場合には推計精度上限界がある場合が多い。

このような場合、実測の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り、従来からいくつかの方法が提案されている。しかし、これらの方法においても、たとえば①経路選択率が所与として必要であったり、②既存OD交通量が必要であったり、実測の交通量のみからOD推計を行うモデルは少ないようである。

そこで、本研究では吸収マルコフ連鎖モデルを応用したOD推計モデルを提案し、その適用性を簡単なモデルネットワークを対象としたシミュレーションにより検討する。具体的には、各交差点での右左折直進交通量比率からOD遷移確率行列を推定し、その遷移確率行列と観測道路区間交通量から対象地域のOD交通量を推計する簡易モデルを提案する。

2. 街路のモデル化と吸収マルコフ連鎖モデル

佐佐木の吸収マルコフモデル¹⁾では、各ノードでの発生交通量（V）と遷移確率行列（P）が与えられれば、式(1)ならびに式(2)より各ノードへの吸収交通量（U：OD交通量）と道路区間交通量（X：過渡状態としての配分交通量）が推計できる。

$$[u] = [v] R [I - Q]^{-1} \quad \text{式(1)}$$

$$[x] = [v] Q_1 [I - Q_2]^{-1} \quad \text{式(2)}$$

v：各ノードの発生源から発生する発生交通量

u：各ノードの吸収源へ吸収する集中交通量

x：推定道路区間交通量（配分交通量）

ここで、遷移確率行列Pは各交差点における分岐確率（右左折直進交通量の確率など）より推定する。

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{吸収源} & \text{非吸収源} \end{matrix} \\ \begin{matrix} \text{吸収源} \\ \text{非吸収源} \end{matrix} & \begin{bmatrix} I & 0 \\ R & Q \end{bmatrix} \end{matrix} \quad Q = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{発生源} & \text{過渡状態} \end{matrix} \\ \begin{matrix} \text{発生源} \\ \text{過渡状態} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & Q_1 \\ 0 & Q_2 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

そこで対象地域を交差点を中心としたいくつかのゾーンに区分し、各々のゾーンにそれぞれ一対の発生源（発生ノード）と吸収源（集中ノード）を設定した街路モデル（図-1）を作成する。また、対象地域外からの交通に対しては対象道路網の周辺部道路（対象地域の境界線上の道路）にその背後地を代表する発生源と吸収源をやはり図-1のように設定する。

3. 遺伝的アルゴリズムを用いた簡易OD推計法

一般に、各ノードの発生交通量は未知であるが、何らかの方法により推定できれば、式(1)ならびに式(2)よりOD交通量と道路区間交通量が推計できる。

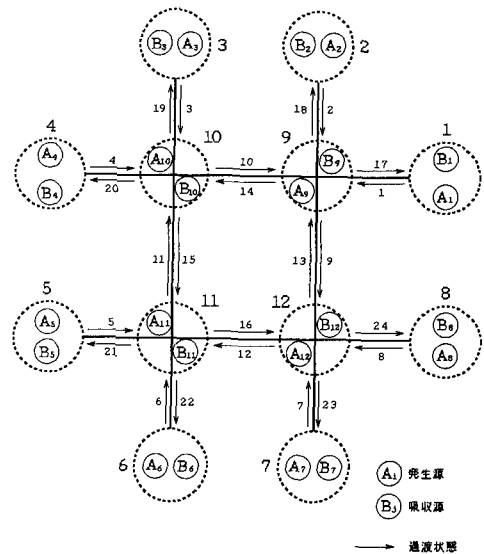


図-1 対象地域のゾーニングと街路のモデル化

ここで、対象地域の境界線（対象地域への流入方向）上で道路区間交通量が観測されておれば、それがそのまま対象地域外ノード（周辺部ノード）の発生交通量と一致する。したがって、実際には対象地域内のノード（交差点ノード）の発生交通量のみが未知となる。

そこで、対象地域内のノードの発生交通量を未知変量とする最適化問題を次に示すような遺伝的アルゴリズム（GA）²⁾により解くことを考える。

- ①未知変量の発生交通量を2進数表現の線列としてコーディングし、ランダムに数組の線列を発生させる。
- ②各線列を発生交通量に変換し、交差点分岐確率などから推定される遷移確率行列を式(2)へ代入することにより道路区間交通量（ EX_i ）を推定する。
- ③道路区間交通量の観測値（ RX_i ）との残差平方和Zを計算し、その逆数を適応関数（式(4)）とする。

$$Z = \sum (RX_i - EX_i)^2 \quad \text{式(3)}$$

$$F = 1/Z \quad \text{式(4)}$$

- ④適応関数が最大値（道路区間交通量に関する残差平方和の最小化）を取るまで、①～③を繰り返す。

ただし、①の線列を繰り返し発生させる過程に遺伝的アルゴリズムを応用する。なお、GAは次に示す3つの遺伝的オペレータにより構成されている。

（ア）淘汰、繁殖、（イ）交差、（ウ）突然変異

先ず、淘汰、繁殖を行うためには、各線列の適応関数の値の相対的関係が判断材料になる。GAでは、適応関数の値のばらつきが大きいと値の小さな線列が淘汰されやすくなり、これは最適化の初期には好ましくない。また、ばらつきが小さいと淘汰が進まなくなり、これもまた最適化の後期には望ましくない。したがって、ばらつきが適当となるような工夫が必要とされる。

淘汰、繁殖に続いて、2つの親個体から2つの子個体をつくり出す。この場合に用いるオペレータを交差といい、GAのなかでも特に重要な役割を果たす。この交差のオペレータには様々なものが考案されているが、ここでは次に示す1点交差を用いた。

● 1点交差

親A：	0	0	1	1	0	1	0
親B：	1	1	0	1	0	0	1
				↓			
子A：	0	0	1	1	0	0	1
子B：	1	1	0	1	0	1	0

なお、遺伝的アルゴリズムでは、上記の交差が最も大きな意味をもつが、集団のもつ多様性が早い段階で失わ

表-1 ODパターンの違いによる推計精度の比較

	PATTERN1	PATTERN2
評価関数値	3.268	5.691
発生交通量の誤差	1.517	2.510
OD交通量推定精度	0.24576	0.24586

れることを避けるために、突然変異のオペレータ（特定の位置のビットを反転させる）を補助的に用いる。

4. モデルネットワークへの適用

本研究では、図-1に示す井型のネットワークを対象にモデル計算を行い、提案モデルの適用性を検討した。ここでは、ODパターンの違いによる推計精度への影響を比較するために、2つのODパターン（PATTERN1とPATTERN2）を設定し、シミュレーションを行った。推計結果の一例を表-1に示す。また、収束状況を図-2に示す。

ODパターンの違いにより、多少推計精度に違いはみられるが、それほど大きな差（表-1）はないようである。また、いずれのODパターンでもかなり収束は速いようである（図-2）。

ただし、現実の都市内街路における経路選択の状況がここで仮定したマルコフ過程に従って行われているとは限らないため、今後実際の街路網での適用性（対象地域の広さや地域特性など）の検証が必要になる。なお、詳しい結果については講演時に報告したい。

最後に、本研究は文部省科学研究費・一般研究C（代表者 高山純一）の研究助成による研究成果の一部である。ここに、記して感謝したい。

<参考文献>

- 1) 佐木綱；吸収マルコフ過程による交通流配分理論、土木学会論文報告集、第121号、pp.21～31、1965年
- 2) 宮沢丈夫雄；遺伝的アルゴリズムと最適化問題、現代科学の最先端、平成3年6月

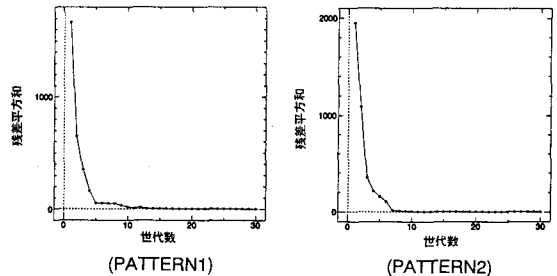


図-2 評価関数値（残差平方和）の収束状況