

Ⅳ-71

GA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推計法の適用性

金沢大学工学部 正会員 高山純一
 金沢大学大学院 学生員 ○杉山智美
 (株) 積水ハウス 藤岡寛之

1. はじめに

都市内の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、対象とする地域の現状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のある場合が多い。また、ビデオ撮影によるナンバープレートマッチング法では、費用と労力が大きく、極限定された狭い地域に対しては有効であるが、ある程度広範囲になるとマッチングミスによる推計精度への影響も大きい。

そこで、本研究ではそれほど費用がかからず、しかも手軽に推計が行える簡便なOD推計法を提案する。この方法は、具体的には対象地域内の道路区間上で観測される実測交通量と交差点での右左折直進比率から吸収マルコフ連鎖モデルを応用してOD交通量を推計する方法である。ここでは、実際の観測データを用いて提案モデルの適用性を検討する。

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。

$$P = \begin{array}{c|cc|c} & \text{吸収源} & \text{発生源} & \text{過渡状態} \\ \hline \text{吸収源} & 1 & 0 & \vdots \\ \hline \text{発生源} & 0 & Q_1 & \vdots \\ \hline \text{過渡状態} & 0 & 0 & Q_2 \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{吸収源} \\ \text{発生源} \\ \text{過渡状態} \end{array}$$

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

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

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。

そこで、対象地域を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、道路区間上に発生源・吸収源を設定した場合) 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と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²⁾

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。

ただし、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 (道路区間上) 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) 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 (E X_i) を推定する。

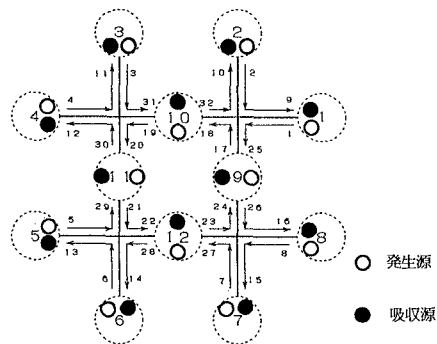


図-1 道路区間上に発生・吸収源を設定した街路モデル

(3) 道路区間交通量の観測値 ($R X_i$) 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。

$$Z = \sum (R X_i - E X_i)^2 \quad \cdots \text{式(3)}$$

$$F = 1/Z \quad \cdots \text{式(4)}$$

(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。

4. 交差点におけるOD遷移確率の変動分析

ここで提案する簡易OD推計モデルの適用に当たっては、外生的に遷移確率行列を与える必要があるが、一般に交差点での分岐比率は時間的に変化するため、その変動特性を分析しておく必要がある。そこで、本研究では以下に示す2つの検定方法により、その変動特性の分析を行った。

[検定1] ・二項分布の母数 (比率) に関する検定
(正規分布による近似的な検定)

$$Z = \frac{(x_i / n) - P_0}{P_0 \cdot (1 - P_0) / n} \quad \cdots \text{式(5)}$$

ここに、 P_0 : 比較対象の交差点分岐比率

(2時間あるいは6時間の分岐比率)

x_i : 細かく区切った時間帯における右左折直進のそれぞれの交通量

n : その時間帯における交差点への流入交通量

[検定2] ・OD分布の分布型に関する検定 (χ^2 検定)

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_i - F_i)^2}{F_i} \quad \cdots \text{式(6)}$$

ここに、 F_i : 比較対象の交差点OD交通量

(2時間あるいは6時間のOD交通量)

f_i : 細かく区切った時間帯における交差点OD交通量

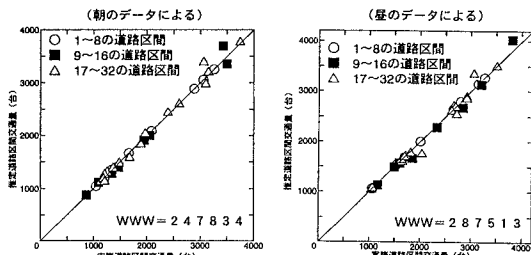


図-2 道路区間交通量の観測値と推計値の関係

具体的には東京駅周辺の主要交差点における分岐交通量の実測データ (10分間交通量) を利用する。ここでは、図-1に示す井型モデルに対応する4つの交差点を抜き出して分析を行った。分析内容は次の通りである。

(1) 観測時間2時間における交差点分岐比率とその2時間を1時間、40分、30分、20分、10分に区切った時間帯における分岐比率の有意差検定

(2) 朝・昼・夕の各2時間合計6時間の分岐比率と朝・昼・夕のそれぞれ2時間の分岐比率の有意差検定
検定結果を要約すると、①ほぼ40分間以上交通量を観測すれば、安定した分岐比率が得られること、また②朝・昼・夕の交差点分岐比率には有意な差がみられること、などが明らかとなった。

5. GAを用いた簡易OD推計法の適用性

東京駅周辺の主要交差点 (井型モデルに対応する4つの交差点) における分岐交通量の実測データ (10分間交通量)³⁾を用いて、本推計法の適用性を検討する。朝・昼・夕のそれぞれの時間帯では、OD分岐比率に違いがみられ、OD交通量が異なると考えられるので、ここでは朝・昼・夕それぞれ2時間の時間帯を対象にOD推計を行った。

推計結果の一例を図-2に示す。この図は朝と昼の時間帯における道路区間交通量の観測値と推計値の関係を示したものであり、いずれの時間帯においても観測値と推計値 (配分交通量) の誤差が小さいことがわかる。

このように、本推計モデルは各交差点での右左折直進交通量を観測するだけで、対象地域内のOD交通量が手軽に推計できる特徴を持っている。今後はさらに広い地域への適用を通してその実用性を検証していきたい。

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。また、使用した観測交通量のデータは平成5年度幹線道路一方通行調査研究会 (委員長 大蔵泉教授) において実施したものである。ここに、記して感謝したい。

[参考文献]

- 1) 佐佐木綱; 吸収マルコフ過程による交通流配分理論、土木学会論文報告集、第121号、pp.21~31、1965年
- 2) 高山純一、他2; 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、第49回年次学術講演会概要集、pp.754~755、1994年
- 3) 財) 国土開発技術研究センター; 平成5年度幹線道路一方通行調査検討業務報告書、平成6年3月