

信号交差点における右左折直進比率 の変動特性に関する実証的研究

金沢大学工学部 正会員 高山 純一
金沢大学工学部 ○藤岡 寛之

1. はじめに

都市内のある地域で、交通規制の見直しや交通信号制御の最適化などの交通渋滞対策を検討する場合、その地域のOD交通量をできるだけ詳細に実際道路区間交通量に即した形で推計する必要がある。そこで、本研究では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OD交通量推計モデルの適用性について検討を行う。具体的には吸収マルコフ連鎖を適用する場合に必要な選移確率行列の与え方について、実際の交通量観測データをもとに各交差点における分岐確率（右左折直進交通量比率）の変動特性について分析を行う。

2. 本研究の概要

本研究で用いる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OD交通量推計モデルは、外生的に吸収マルコフ連鎖のOD交通量の選移確率行列を与える必要があり、その選移確率行列は右左折直進交通量と各ノードからの発生・吸収交通量比率を用いて表される。

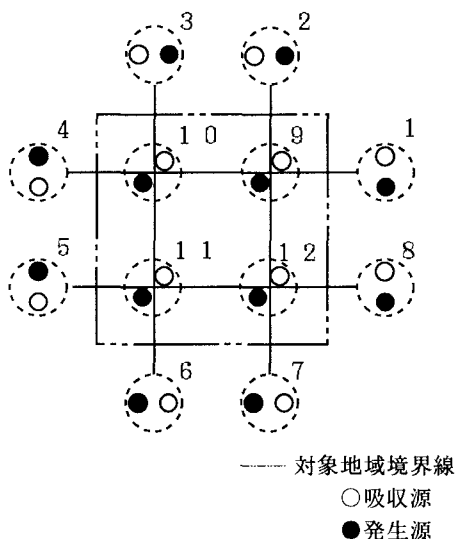


図1 交差点に発生源・吸収源を設定した街路モデル

またここで、実際の交通に適用することを考えた場合、右左折直進交通量比率は、時間的

に変動していると考えられるため、その変動特性を分析しておかなければならない。そこで東京での実際の交通量の調査データを用いてどのような変動特性が存在するのかを分析した。

3. モデル解析の方法の基本的な考え方

ここでは、遺伝的アルゴリズムによる吸収マルコフ連鎖を用いたOD交通量推計法について説明を行いたい。

まず、吸収マルコフ連鎖モデルというのは、対象地域内外の各ゾーンにおける発生交通量と各交差点における分岐比率を与えれば、吸収マルコフ過程により、各道路区間の配分交通量とOD交通量が求められる。そこで、本研究で用いる選移確率行列とOD交通量推計のための2式を以下に示す。

$$P = \begin{array}{cc|c} \text{吸収源} & \text{非吸収源} & \\ \hline I & 0 & \text{吸収源} \\ \hline R & Q & \text{非吸収源} \end{array} \quad Q = \begin{array}{cc|c} \text{発生源} & \text{非発生源} & \\ \hline 0 & Q_1 & \text{発生源} \\ \hline 0 & Q_2 & \text{非発生源} \end{array}$$

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

$$[u] = [v] R [I - Q]^{-1} \quad (2)$$

x : 推定道路区間交通量

v : 各発生源から発生する発生交通量

u : 各吸収源へ吸収する吸収交通量

I : 単位行列

まず、未知変数である対象地域内ノードの発生交通量を遺伝的アルゴリズムにより探索する。発生交通量 $[v]$ が決まれば、①から推定道路区間交通量 $[x]$ が求められる。また、実際道路区間交通量との残差平方和が最小となるときの発生交通量を最適解とし、②に代入して推定OD交通量 $[u]$ が得られる。なお、発生交通量の最適解の探索に遺伝的アルゴリズムを適用する。

4. 交差点における変動特性の分析

街路モデルの設定の仕方には、発生・吸収源を交差点に設定する場合（図-1）と道路区間上に発生・吸収源を設定する場合（図-2）の2つが考えられる。ここでは、後者のモデルを想定して、OD選移確率の変動分析を行う。

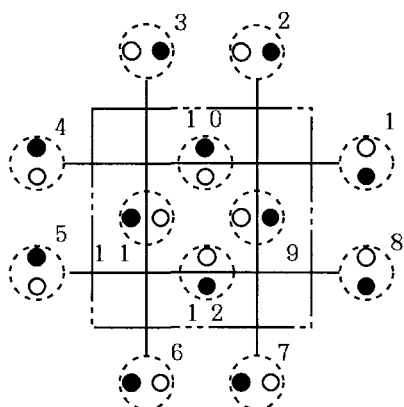


図2 道路区間に発生・集中源を設定した街路モデル

前述のOD交通量推計モデルの適用に当たっては、外生的に移移確率行列を与える必要があるが、一般的に交差点の分岐比率は時間的に変化しているため、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、以下に示す検定を用いてその変動特性を検証することとした。

まず、用いるデータは東京での東京駅周辺地域の道路区間の交通量並びに交差点における分岐交通量データである。そして、そのデータの中で、井型モデルにおける対象地域内の4つの交差点ノードを実際の交差点に置き換えることができる地域を抽出して用いることとした。つまり十字型の交差点が隣接して構成する地点を選んだ。

このようにして抽出した地域のデータを用い、まず、各交差点における分岐比率の検定として、“正規分布による近似的な検定”を行った。その内容は、それぞれの交差点において、

① 2時間の交差点の分岐比率とその2時間を1時間、40分、30分、20分、10分に区切った時間帯の分岐比率の有意差検定、

② 朝・昼・夕方のか2時間ずつ計6時間の分岐比率と朝・昼・夕方のそれぞれ2時間の分岐比率の有意差検定

を行うというもので次式を用いることとした。

$$Z = \frac{\frac{x}{n} - P_0}{\sqrt{\frac{P_0(1-P_0)}{n}}}$$

x : 右左折直進のそれぞれの交通量

n : 交差点への流入交通量

P_0 : 比較する分岐交通量

この式の Z の値とある有意水準 α の Z_α と比較したときに、「2つの分岐比率が一致する」という帰無仮説をたてた場合、 $|Z| > Z_\alpha$ の関係にあるとき、それぞれ2つの分岐比率の間には有意な差があるものとして棄却することとした。

また各交差点において4つの方向ごとにOD表を作成し、前述と同様の時間帯ごとに“ χ^2 検定”を行う。以下にそこで用いる式を示す。

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_i - F_i)^2}{F_i}$$

f_i : 細かく区切った時間帯のOD交通量

F_i : 比較する方のOD交通量

(2時間及び6時間のOD交通量)

この式の χ^2 値と自由度 $(k-1)$ である有意水準 α の $\chi^2_\alpha(k-1)$ 値を比較して、「2つのODの分布は一致する」という帰無仮説をたてた場合に、 $\chi^2 > \chi^2_\alpha(k-1)$ の関係にあるとき、それぞれ2つのOD分布の間には有意な差があるものとして帰無仮説を棄却することとした。

ここでは、有意水準 α を、0.05と0.01とした場合の交差点の時間的な変動の特性を検証し、以下にその結果の一部を掲載する。

表1 交差点の分岐比率の検定の結果
(ある方向の左折で $\alpha=0.05$)

時間帯	10分	20分	30分	40分	1時間
8時					
～					
10時					

は2時間の分岐比率と比べて

有意さが認められるところ

<参考文献>

佐佐木剛：吸収マルコフ過程による交通流配分理論（土木学会論文集第121号；昭. 40. 9）

宮崎丈夫：遺伝的アルゴリズムの最適化問題；（平. 3. 6）