

吸収マルコフ連鎖を用いた観測交通量からの OD推計法の評価関数による推計精度の比較研究

金沢大学工学部 正会員 高山純一
金沢大学工学部 学生会員 ○義浦慶子
(株)日本工営 正会員 杉山智美

1. はじめに

現在の道路では、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。そこで、現在の道路網の運用を高め、円滑な自動車交通を現道路網状で実現するという方法が考えられているが、その為には現状のOD交通量を詳細に把握することが重要となる。本研究では、著者らが今まで研究を行ってきた対象地域内の道路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を与件(インプットデータ)として、それほど費用をかけずに、しかも手軽に推計が行える簡便なOD推計法(これを「GAマルコフOD推計法」と呼ぶ)の一部である評価関数を変換することにより推計精度がどのように変化するかを比較検討するものである。具体的には、平成7年度・第3回金沢都市圏パーソントリップ調査における経路調査のデータより求められた実際の道路区間交通量ならびにOD交通量と、「GAマルコフOD推計法」によって推計される道路区間交通量ならびに推計OD交通量とを比較することによって、その推計精度の検討を行うものである。

2. GAマルコフOD推計法

(1)OD推計のための前提条件

このOD推計法では、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ある任意のノードから出発した自動車は、同じノードに帰着しないものとする。
- ②外周上の隣接ノード間の交通はないものとする。
- ③対象地域の内部ノードで発生する交通量、及び吸収される交通量は他の交通量に比べて比較的少ないものとする。

なお、本推計法における前提条件は以下のとおりである。

前提条件(与件)：観測道路区間交通量(方向別)
交差点右左折直進比率

前提条件(経路選択)：経路選択は吸収マルコフ連鎖に従うものとする。ただし、交差点右左折直進交通量を用いて、遷移確率行列を作成する。

(2)推計手順

このOD推計法の具体的な手順を次に示す。

$$(U) = (V)R(I-Q)^{-1} \dots \dots \dots (1)$$

$$(EX_k) = (V)Q_i(I-Q_2)^{-1} \dots \dots \dots (2)$$

V ：各ノードから発生する交通量

U ：各ノードに吸収する交通量

EX_k ：道路区間交通量の推定値(配分交通量)

		吸収源		発生源		過渡状態		
		1	...	r	r+1	...	r+r	2r+1 ... 2r+s
P=	1	I						吸収源
	⋮							
	r							
	r+1	R						発生源
	⋮							
	r+r							
	2r+1							過渡状態
	⋮							
	2r+s							

		吸収源		過渡状態			
		1	...	r	r+1	...	r+s
Q =	1	0			Q ₁		発生源
	⋮						
	r						
r+1	Q = r+1	0			Q ₂		過渡状態
	⋮						
	r+s						

(STEP.1)

未知の発生交通量(V)をGAにより発生させる。

(STEP.2)

各線列を発生交通量に変換したものと交差点分岐確率などから推定される遷移確率Pを式(1)、(2)に代入することより道路区間交通量(EX_k)と各ノードへの集中交通量(U)が推計できる。

(STEP.3)

推定された道路区間交通量(EX_k)と観測値(RX_k)との評価関数 WWW とその逆数 f (適応度)を式(3)、(4)および式(5)から計算する。

(STEP.4)

適応度 f が最大値(道路区間交通量に関する評価関数 WWW の最小値)を取るまで、GA の各操作を行い、STEP.1 から STEP.3 を繰り返す。以下に GA の定式化の具体的な方法と収束条件を示す。

(3) 遺伝的オペレータの設定

1) 設計変数のコーディング

ノードにおける未知発生交通量に GA を用いて変動させ、道路区間交通量の最適化を試みるものであるから、2 進数表現の線列から変数を生成させる方法を採用する。

2) 評価関数と選択

推定道路区間交通量 EX_k

実際道路区間交通量 RX_k とおくと、

$$\text{残差平方和法} \quad WWW = \sum_k (RX_k - EX_k)^2 \cdots \cdots (3)$$

$$\text{または、}\chi^2\text{値法} \quad WWW = \sum_k \frac{(RX_k - EX_k)^2}{EX_k} \cdots \cdots (4)$$

を用いて評価を行う。しかし、式(3)、(4)のままでは、最適解が最小になってしまうので、逆数を取ることによって値の変換を行った。

$$f = Z = 1/WWW \cdots \cdots (5)$$

式(5)より得られる値 f をそのまま使うと、最適化の初期には適応関数の値がばらつき、また後期には適応関数の値の差が小さくなることも考えられる。GA では評価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最適化の初期には好ましくない。

よって以下の方法で変換することにする。

$$f' = f_{\max} + \frac{(1-n^{-1})f_{\max}}{f_{\max} - f_{\min}} (f - f_{\max})$$

n の値を小さくすることにより適応度のばらつきを縮小することにする。なお、各線列の選択は、ルーレット方式を用いる。

3) 交差・突然変異

本研究では一点交差法を用い、上下 2 線列での交差を行った。また、突然変異については、線列の 1 つのビットを任意に反転させる方法を用いた。ただし、その確率は交差確率よりも低く抑えられている。

4) 収束条件

以下の①～③の条件のいずれかを満足したら計算を終了させることにする。

①最大世代数に達したとき

②すべての線列が同じになったとき

③残差平方和の最小値が以降の 20 世代で更新されない場合

3. 推計精度検討のための方法

以下の方法で進める。

(STEP.1)

実際の金沢における経路調査データから、以下のことを求める。

1) 各交差点における右左折直進比率

2) 対象地域内の内部ノードから発生した交通量が過渡状態(各道路区間)に進む確率

3) 内部ノードに吸収される確率

4) 対象地域内の道路区間交通量

5) 実際の OD 交通量

(但し、4)5)はサンプル調査のため拡大し推定する)

(STEP.2)

STEP.1 の 1)～3)を使って、GA マルコフ OD 推計法により道路区間交通量、OD 交通量を推計する。

(STEP.3)

実際のデータから導いた道路区間交通量、OD 交通量と、推計した道路区間交通量、OD 交通量の比較により推計精度の検討を行う。

(STEP.4)

対象地域を拡大し、STEP.1 から STEP.3 を繰り返すことにより、推計精度の検討を行う。

4. おわりに

本研究では通勤 OD を対象としたアンケート調査データを用いることにより、実際の道路区間交通量と OD 交通量を求め、その結果と GA マルコフ推計法により推計した道路区間交通量ならびに OD 交通量を比較することによって、推計精度の検討を行った。また、「GA マルコフ OD 推計法」の評価関数を換えることにより推計精度の比較検討を行った。なお、詳しい結果は講演時に発表する。

[参考文献]

- 1) 高山・杉山; 吸収マルコフ連鎖を用いた観測交通量からの OD 推計法に関する研究、土木学会論文集、No569、pp.75～84、1997 年
- 2) 佐佐木; 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、No121、pp.21～32、1965 年