

GAを用いた観測交通量からのOD推計法の解の収束性

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

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必要がある。最近では、道路上の実測交通量と推計される道路区間交通量ができるだけ一致するようなOD交通量を推計する方法が研究されている。

本研究では、道路区間交通量と交差点での右左折直進交通量が観測値として与えられた場合に、手軽に推計が行える方法として、遺伝的アルゴリズム（以下「GA」）を組み込んだ吸収マルコフ連鎖モデル（「GAマルコフOD推計モデル」と呼ぶ）を提案する。特に、ここではその解の収束性について既存の方法とGAによる方法を比較することによりGAの有効性を検討する。

2. 街路のモデル化

ここでは道路区間上に発生源・吸収源を設定する図-1のような街路モデルを作成した。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・吸収源を図-1のように設定する。

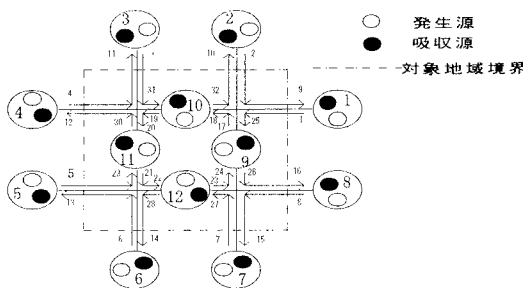


図-1 対象地域のゾーニングと街路のモデル化

3. GAの簡易OD推計法への適用

佐佐木の吸収マルコフモデル¹⁾では、発生交通量 $[V]$ が与えられれば、式(2.1)と式(2.2)より、道路区間交通量 (X : 過渡状態としての配分交通量) と各ノードへの吸収交通量 (U : OD交通量) が推計できる。そこで、遷移確率行列(P)を、観測値である各交差点における右左折直進交通量の確率などにより推定することにより、未知変量は各ノードの発生交通量の

みとなる。従って、本研究では発生交通量を、次に示すような遺伝的アルゴリズム (GA) で与え、その後は、吸収マルコフ連鎖モデルによりOD交通量を推計することを考える。

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ R & Q \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} \text{吸収源} \\ \text{発生源} \\ \text{過渡状態} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{発生源} & \text{過渡状態} \\ 0 & Q_1 \\ 0 & Q_2 \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{発生源} \\ \text{過渡状態} \end{matrix}$$

$$[u] = [v] R [I - Q]^{-1} \quad (2.1)$$

$$[x] = [v] Q_1 [I - Q_2]^{-1} \quad (2.2)$$

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 : 道路区間交通量の推計値 (配分交通量)

3. 解の収束性の検討

3.1 収束性の検討方法

GAによる解である発生交通量の妥当性を明らかにするために、図-1で示した小規模な道路網を対象としてモデルシミュレーションを行う。本研究では、飯田の発生交通量のみを未知変量とした実測交通量による交通需要推計法²⁾において用いられている式(4.1)を利用した場合（以下、「逐次修正法」）とGAを用いた場合について、推計された解（発生交通量）の収束性を比較する。

$$A_i^{(q)} = \left(\sum_k R X_{ik} - \sum_k E X_{ik}^{(q-1)} \right) + A_i^{(q-1)} \quad (4.1)$$

A_i : ノード i の発生交通量

$R X_{ik}$: ノード i から k への実測道路区間交通量

$E X_{ik}$: ノード i から k への推定道路区間交通量

ただし、 (q) は計算回数を表し、式(4.1)の右辺第1項が0に十分近づくまで修正計算を行う。

なお、GAを用いる場合、発生交通量として最初に人口サイズ分(N パターン)を生成させるため、逐次修正による方法においても、同数(N パターン)発生させ、道路交通量の残差平方和が最も小さい1パターンについて逐次修正していく方法を用いた。また、発生交通量が与えられた後は、どちらの場合も吸収マルコフ連鎖の式(2.1)と式(2.2)を用いて推定道路区間交通量とOD交通量を推計する。

本研究では、道路区間交通量と交差点での右左折直

進交通量が観測値として与えられるため、OD交通量の推計には、一般に観測誤差および吸収マルコフ連鎖における経路選択に関する誤差が含まれると考えられる。しかし、ここではGAによる解の収束性を検討するということで、GAの操作における誤差を確かめることを目的としている。従って、あらかじめ設定した発生交通量と分岐比率を用い、吸収マルコフ連鎖によって道路区間交通量を算出し、それらの値をそれぞれ真実値として取り扱うこととする。具体的には、前述の2つの方法により推計された道路区間交通量および発生交通量について、残差平方和と式(4.2)に示す重み付き標準比率誤差を用いて収束性の検討を行う。

$$\sqrt{\frac{1}{R_T} \sum_i^m \sum_j^n R_{Tij} \left(\frac{T_{ij} - RT_{ij}}{RT_{ij}} \right)^2} \quad (4.2)$$

R_{Tij} : 実測値

T_{ij} : 推計値

R_T : 実測値の合計

なお、各方法の収束条件は、以下の通りとして、いずれかを満足したら計算を終了させ、さかのぼって最良の結果を探す。

(a) GAによる方法

(f) 最大世代数に達したとき

(i) 全ての線列が同じになったとき

(k) 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

(b) 逐次修正法

(f) 式(4.1)の右辺第1項が0に十分近づいたとき

(i) 発生交通量の推計値が負の値となったとき

3.2 結果と考察

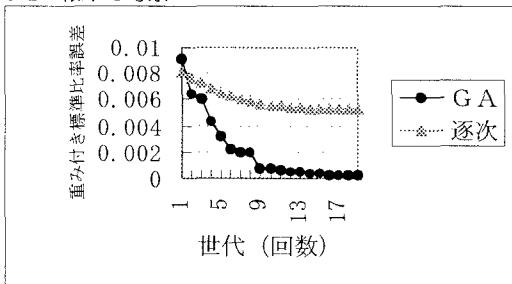


図-2 道路区間交通量の重み付き標準比率誤差

表-1 収束時の道路区間交通量

ケース	重み付き標準比率誤差	
	GAによる方法	逐次修正法
1	0.00017	0.00843
2	0.00041	0.00347
3	0.00196	0.00753

道路区間交通量の重み付き標準比率誤差について、その一例を図-2に示す。また、発生交通量の真実値の大小による収束の状態の違いを比較するため、3通りの真実値を与え、道路区間交通量の重み付き標準比率誤差を表-1に示す。また、その場合の結果(収束時の発生交通量の推計値と重み付き標準比率誤差)を、表-2に示した。

表-2 収束時の発生交通量

ケース	方法	ノード				重み付き標準比率誤差
		9	10	11	12	
1	真実値1	20	20	20	20	—
	GAによる方法	20	20	20	20	0
	逐次修正法	93	2	1	42	1.8025
2	真実値2	500	500	500	500	—
	GAによる方法	504	499	497	498	0.0055
	逐次修正法	516	503	518	463	0.0443
3	真実値3	10	50	100	500	—
	GAによる方法	12	43	127	497	0.1184
	逐次修正法	41	95	104	432	0.4671

図-2より、方法による収束の早さの違いはほとんど見られないが、収束時の道路区間交通量は、GAを用いた場合の標準比率誤差がかなり小さく、収束状態は非常によいといえる。

表-1から、いずれの場合にも、どちらの方法でも、道路区間交通量の収束状態は非常によいことがわかる。

しかし、表-2より、道路区間交通量の標準比率誤差が小さい場合に、必ずしも精度のよい解が得られているとはいえないということがわかる。表-2より、どちらの方法でも、真実の発生交通量が多い場合(ケース2)は、収束性は非常によい。しかし、少ない場合(ケース1)は、逐次修正法では、推計中に推計値が負の値となり、収束以前に推計を終了させなければならない、という問題点を生じた。しかし、GAを用いた場合、推計値は真実値と一致するほど精度が良かった。このことから、GAを用いた場合は、真実値の大小に関わらず、収束状態は非常によいと考えられる。

また、各ノードによって発生交通量にばらつきがある場合(ケース3)にも、GAによる方法では発生交通量の誤差は小さく、その値を後のOD交通量の推計に利用できると考えられる。

最後に、本研究は文部省科学研究費・一般研究C(代表 高山純一)により行った成果の一部である。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) 飯田恭敬; 発生交通量のみを变量とした実測交通量による交通需要量推計法、土木学会論文報告集、第283号、pp. 95~104、1979年