

ロジット型モデルを適用した吸収マルコフ連鎖による OD 交通量推計

金沢大学大学院	学生員	○鈴木	哲矢
金沢大学大学院	フェロー	高山	純一
金沢大学大学院	正会員	中山	晶一朗
東北大学大学院	正会員	赤松	隆

1. 研究の背景と目的

近年、我が国ではモータリゼーションの急速な進展により慢性的な渋滞などといった交通問題を抱えている。このような問題の原因として、既存の道路交通網が十分に機能していないことが挙げられる。既存の道路網を有効活用するためには、道路拡充などのハード面での対策や信号制御の最適化などのソフト面での改善策が必要不可欠となる。

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、対象とする地域内での現状 OD 交通量を詳細に把握することが重要である。しかし、従来の PT 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場合には詳細な地域にまで調査が行き届かず、推計精度上の限界があり、また労力や費用などが膨大になる。このような場合には、実測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る。

本研究では、吸収マルコフ連鎖理論²⁾を用いて実測道路区間交通量から OD 交通量を推計する手法を提案し、またそのモデルの拡張を行う。

2. 研究のアプローチ

従来の研究で吸収マルコフ連鎖を用いた OD 交通量の推計手法として、GA マルコフ OD 推計法¹⁾が提案されている。この手法は、各ゾーンにおける発生率・吸収率、各交差点における右左折直進比率および各リンクの交通量をインプットデータとし、GA と吸収マルコフ連鎖を用い OD 推計を行う手法である。

GA マルコフ OD 推計法では、サイクル経路などを含む全経路を対象としており、経路を列挙する必要があるのが比較的手軽に OD 推計ができるということがメリットとして挙げられる。しかし、一方で右左折直進率や発生率・吸収率などのインプットデータについて、実際の状況と整合の高いものを作成するのが困難であることや、全経路を対象とするために利用者の行

動論が無視されてしまい、現実には選択し得ないような遠回りとなる経路やサイクル経路を選択してしまうなどといったことがデメリットとして挙げられる。

そこで、本研究ではリンクコスト t_{ij} と遷移確率 $Q(i, j)$ とを関連づけ、吸収マルコフ連鎖における遷移確率をロジット型で与えることにより、モデルに利用者の行動論を組み込むことが可能になると同時に、各交差点における右左折直進率を必要としなくなるためインプットデータ作成の負荷が低減されることが期待される。

3. ロジット型モデルを適用した吸収マルコフ連鎖

これまで、吸収マルコフ連鎖においてドライバーの行動論的な根拠は無いものとして考えられてきたが、評価行列 X_{oi} という概念を用いて推移確率 $Q(i, j)$ を以下の(3.1)式の形で与えれば、吸収マルコフ連鎖配分によるフローパターンはロジット型の確率配分モデルと等価になる³⁾。

$$Q(i, j) = \exp\left[-\theta t_{ij}\right] \frac{X_{jd}}{X_{id}} \quad (3.1)$$

$$X_{id} = \sum_{r=1}^{\infty} \exp\left[-\theta C_r^{id}\right] \quad (3.2)$$

ここで、

θ : パラメータ

t_{ij} : 過渡状態 ij 間のリンクコスト

C_r : r 番目経路の経路コスト

しかし、(3.2)式からもわかるように評価行列 X_{id} はすべての経路を対象とした形で表現されているため、直接 X_{id} の値を求めることができない。そこで、抵抗行列 W というものを用いて、近似的に評価行列 X_{id} を計算することを考える。

抵抗行列 W の各成分は(3.3)式のように定義されるとしている。

$$W = \begin{bmatrix} O & O & O \\ O & O & W_1 \\ W_2 & O & W_3 \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

ここで,

W_1 : (o, i) 成分は発生ノード o と過渡ノード i が結ばれていれば 1, そうでなければ 0

W_2 : (i, d) 成分は過渡ノード i と吸収ノード d が結ばれていれば 1, そうでなければ 0

W_3 : (i, j) 成分は過渡ノード i と j の間が移動可能ならば $\exp(-\theta_{ij})$, そうでなければ 0

W^k の (i, j) 成分はノードペア ij 間で, k 本のリンクを経由する経路において $W_{ij} = \exp(-\theta_{ij})$ の合計として表される.

一方, 評価行列 X の要素は各種経路についての和演算をもとに定義されているが, この演算は, リンクを 1 本通過する経路, 2 本通過する経路, ..., n 本通過する経路, ... と分割した後に重ね合わせて考えることができる. 従って, X は $W + W^2 + W^3 \dots$ によって与えられる. よって, 評価行列 X は次の(3.4)式のように表現することができる.

$$X = W + W^2 + \dots + W^n + \dots \quad (3.4)$$

ここで, 抵抗行列 W が Hawkins-Simon 条件と呼ばれる収束条件を満たすならば, (3.4)式は次のように近似することができる.

$$X = [I - W]^{-1} - I \quad (3.5)$$

(3.5)式で求められた X の成分を用いて, (3.1)式により各ノード間の遷移確率を計算する. 以下の図3.1に, 吸収マルコフ連鎖におけるロジット型遷移確率の計算フローをまとめる.

4. ロジット型の吸収マルコフ連鎖による OD 推計

前章で示したロジット型マルコフ OD 推計法を単純ネットワークに適用し, その整合性について検討を行う. そして, 逐次ネットワークの拡張を行う.

ロジット型マルコフ OD 推計法を用いる際に注意しなければならないのが, (3.1)式からわかるように 1 起点多終点もしくは多起点 1 終点の OD パターンにしか適用することができないということである.

よって, まず 1 起点多終点もしくは多起点 1 終点のネットワークをいくつか作成し, そのネットワーク上で推計を行い, ロジット型マルコフ OD 推計法の妥当性を検討した後, 多起点多終点の仮想ネットワークを作成し, 多起点多終点の OD パターンに対しても有効な計算アルゴリズムを模索する.

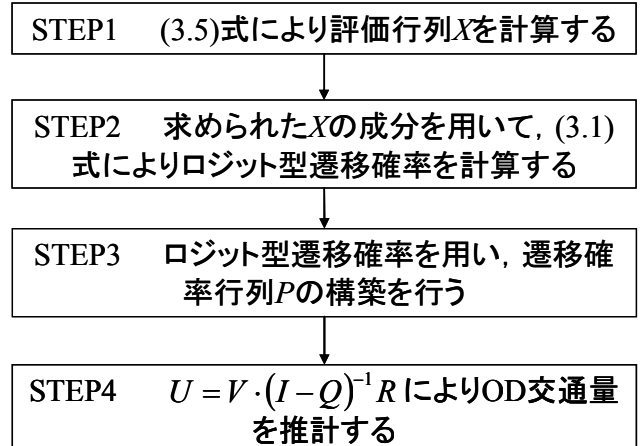


図 3.1 ロジット型マルコフ OD 推計法の計算フロー

5. おわりに

単純ネットワーク上において, ロジット型マルコフ OD 推計法の有効な計算アルゴリズムを確立し, 最終的には GA マルコフ OD 推計法の精度を検証する際に用いられた東京都の武蔵野市三鷹および吉祥寺近辺の実ネットワークへの適用を目指す. そして, ロジット型マルコフ OD 推計法と GA マルコフ OD 推計法の推計結果を比較し, 推計精度を検討する. この推計手法が確立されれば, 各交差点における右左折直進比率データが不要となるため, 時間と労力の削減が見込まれ, さらに利用者の行動論も同時に考慮することができる.

参考文献

- 1) 八木基徳・高山純一・中山晶一郎: サイクリック経路を除いた吸収マルコフモデルによる OD 交通量推計に関する研究, 土木学会中部支部講演概要集, pp. 429-430, 2004
- 2) 佐佐木綱: 吸収マルコフによる交通量配分理論, 佐佐木綱先生 退官記念論文集, 水の巻, pp. 212-216,
- 3) 赤松隆・牧野幸雄: 経路を限定しない確率的利用者均衡配分, 土木計画学研究・講演集, No.18(2), pp. 717-720, 1995
- 4) Takashi Akamatsu: Stochastic Traffic Assignment Geometric Attributes of Paths, Transportation Research PartB, 1996
- 5) Takashi Akamatsu: Cycle Flows, Markov Process and Stochastic Assignment, Transportation Research PartB, 1995
- 6) 交通シミュレーションクリアリングハウス, H8 年 吉祥寺・三鷹ベンチマークデータセット, <http://www.jste.or.jp/sim/>