

IV-296

利用者均衡モデルのパラメータ推定

愛媛大学大学院 学生員 宮下 等

愛媛大学工学部 正会員 朝倉 康夫

愛媛大学工学部 フェロー 柏谷 増男

1. はじめに

ネットワーク上での利用者均衡モデルを実際の交通網へ適用するには、モデルに含まれる複数の関数のパラメータを推定しなければならない。ひとつの方法は、個々の関数を別々に推定することである。たとえば、リンクコスト関数のパラメータは、リンク交通量と走行時間の観測データを用いて推定すればよい。また、需要関数のパラメータはサービス水準(旅行時間)を固定しておいて、集計モデルもしくは行動モデルを適用すればよい。他のひとつの方法は、均衡モデルを計算しながら観測値とモデル推定値が整合するようにパラメータを推定することである。本研究では、後者の立場から、複数のパラメータを同時に推定する簡便な方法を示す。

2. パラメータ推定法

パラメータベクトルを θ とする。 θ に対して均衡モデルを解いたときのフローとコストのベクトルをそれぞれ $q(\theta), t(\theta)$ とする。また、観測されたフローとコストのベクトルを q^*, t^* と表す。観測ベクトルと推定ベクトルの残差を最小にするようなパラメータベクトルを推定する問題は、
Find θ which minimizes $f(\theta) = \|q(\theta) - q^\| + \|t(\theta) - t^*\|$*
 である。一般に関数 f を陽に記述することはできない。そこで、一部のパラメータベクトルに対してフローとコストベクトルを求めておき、 θ に関する2次関数として関数 $f(\theta)$ を推定することを考える。推定された関数は必ずしも凸とは限らないが、パラメータのとり範囲を十分に大きくとっておけば凸関数となることが期待される。2次関数 $f(\theta)$ を推定することができれば、その最小値を与えるパラメータベクトルが最適なパラメータとなる。

3. 利用者均衡モデルのパラメータ

利用者均衡モデルで用いられるパラメータは、需要固定型では、BPR型リンクコスト関数(式3.1)の係

数 α, β と、時間価値 v (有料リンクの料金を時間に換算するときに用いられる)の3つである。

$$T_a = T0_a \{1.0 + \alpha(X_a / CAP_a)^\beta\} \quad (3.1)$$

(T_a :リンクコスト, $T0_a$:自由走行時間, X_a :リンクフロー, CAP_a :リンク容量)

需要変動型では α, β, v とOD間の需要関数(式3.2)における旅行コストの抵抗パラメータ γ が加わる。

$$q_{rs} = A_r B_s O_r D_s \exp(-\gamma C_{rs}) \quad (3.2)$$

(q_{rs} :OD交通量, O_r, D_s :発生および、集中交通量, A_r, B_s :発生および、集中量制約を満足するためのバランシングファクター, C_{rs} :OD間の旅行コスト)

4. 適用例

2.で示したパラメータ推定法を用いると、複数のパラメータを同時に推定することが可能であり、その組み合わせも自由である。また、時間価値を運行目的別に推定することも可能である。以下では実際に四国ネットワーク(リンク数1055, ノード数697)への適用計算を需要固定型と需要変動型で行い、パラメータおよび、配分結果の考察を行う。観測データは平成6年度道路交通センサスにより得られたものを用いる。

4. 1 需要固定型利用者均衡モデルへの適用例

リンクコスト関数の α, β は、従来の研究⁽⁹⁾により求められたもの($\alpha=1, \beta=3$)を用いるものとし、時間価値 v を運行目的別に推定する。パラメータ推定に用いる観測データは、道路交通センサスの交通量調査より得られた観測リンク交通量(サンプル数121)を用いる。

OD表は、平成6年度道路交通センサスデータより運行目的別にBゾーンで集計を行った。運行目的は、業務系とそれ以外の2種類に大別した。運行目的が業務系の時間価値を v_1 、それ以外の時間価値を v_2 としそれぞれの最適値の推定を行った。

4. 1. 1 時間価値の推定

時間価値 v_1, v_2 を3000yen/h~1000yen/hの間で

変動させさせ観測リンクでの観測リンク交通量と推定リンク交通量との残差自乗和を求めた。最小自乗法により推定された2次関数 $f(v_1, v_2)$ を以下に示す。

$$f(v_1, v_2) = 305.8v_1^2 + 106.9v_2^2 + 422.4v_1v_2 \quad (4.1) \\ -2090703.0v_1 - 1257604.0v_2 + 1240464000.0$$

式(4.1)は凸関数である。時間価値のそれぞれの最適値 v_1^* 、 v_2^* 求めると、 $v_1^*=1767\text{yen/h}$ 、 $v_2^*=2391\text{yen/h}$ となる。業務系目的の時間価値の方がそれ以外の時間価値よりも低く推定されていることがわかる。

求められた時間価値による配分計算を行い、観測リンク交通量と比較した結果を表-1、図-1に示す。その結果、相関係数では0.76となりおおむね良好な再現性を示した。また、リンクを種類別に分けて比較した結果を見ると、主にトリップ距離の長い車が利用するようなリンクでは良好な再現性を得られたといえる。

4. 2 需要変動型利用者均衡モデルへの適用例

リンクコスト関数の α, β ($\alpha=1$, $\beta=3$)、時間価値 v ($v=2041\text{yen/h}$)は求められているとし、旅行コストの抵抗パラメータ γ を推定する。パラメータ推定に用いる観測データは道路交通センサデータより、観測リンク交通量（サンプル数121）および、観測OD交通量（ 258×258 , Bゾーンで集計）を用いる。

4. 2. 1 抵抗パラメータの推定

旅行コストの抵抗パラメータ γ の範囲を0.05~0.08とし残差自乗和を求め、2次関数 $f(\gamma)$ の推定を行った。その結果を図-2に示す。

これより旅行コストの抵抗パラメータ γ の最適値は、 $\gamma^*=0.0662$ となる。配分計算を行った結果、観測リンク交通量の比較（表-2、図-3）では需要固定型モデルと同様の傾向が見られた。

また、観測OD交通量と推定OD交通量とを比較した結果、相関係数では0.96（サンプル数66306：ゾーン内々交通量は除く）となり良好な再現性を示した。

5. おわりに

本研究では利用者均衡モデルのパラメータ推定法の提案と、実際のネットワークへの適用計算を行った。本研究で述べたパラメータ推定法の利点は、(1)推定法が簡便であること、(2)推定するパラメータの組み合わせおよび、個数が自由であることがあげられる。しかし、推定を行うパラメータの上限値、下限値の設定により、推定される最適値の値が多少変動するという問題点もあり今後の課題としたい。

表-1 観測リンク交通量と推定リンク交通量の比較

	観測リンク全体	高速道	一般国道	地方、県道
相関係数	0.76	0.90	0.80	0.51
平均誤差率	37.91	23.46	34.06	60.16
サンプル数	121	16	80	25

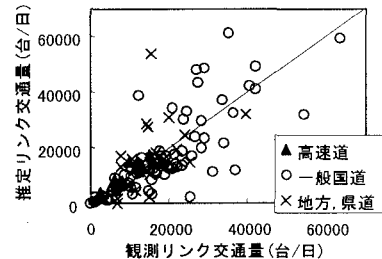


図-1 リンク交通量の相関図

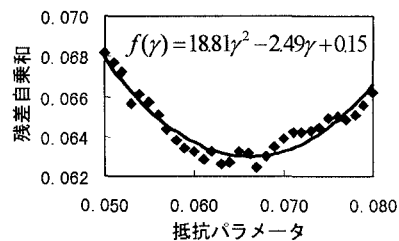


図-2 抵抗パラメータと残差自乗和の関係

表-2 観測リンク交通量と推定リンク交通量の比較

	観測リンク全体	高速道	一般国道	地方、県道
相関係数	0.75	0.89	0.79	0.39
平均誤差率	38.99	27.20	42.59	65.45
サンプル数	121	16	80	25

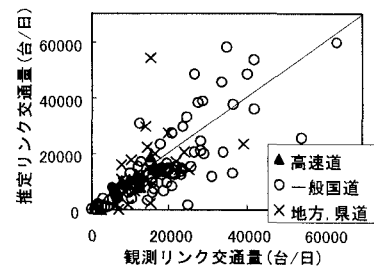


図-3 リンク交通量の相関図

参考文献

- (1)赤松隆 (1994) 各種静的均衡配分法の理論と適用可能性. 土木学会土木計画学ワンディセミナー (第4回), pp.75-99.
- (2)朝倉康夫 (1994) リンクコスト関数 (QV式) の設定とアウトプットの評価. 土木学会土木計画学ワンディセミナー (第4回), pp.51-74.