

(株)三菱総合研究所 正員 芝原靖典
(株)三菱総合研究所 正員 宮武信吾
(株)三菱総合研究所 正員 吉田哲生

1. 概説

本研究では、既に提案した分布・分担交通量同時予測モデル⁽¹⁾を、現実観測データから同定する方法を示す。この予測モデルは、①先験的のODパターンから得られる確率的に最も生じ易いという目的(S_1)、②総トリップ費用が必ずしも限らばいいという目的(S_2)の両者から成る2目的最適化問題を解くことにより、OD交通量と機別別分担交通量を一挙に予測するものである。この同時予測方法は、従来のエントロピーモデル、現在パターン法、輸送型LPモデル等の分布交通量の予測方法を特殊解として含むと共に、輸送均衡モデル、ロジスティックモデルなどの分担量予測方法をも特殊解として含むものである。このモデルは、少い未知パラメータ(時間価値等のトリップ費用を構成するパラメータ)から、従来の数多くの方法を統一的に扱える点に特徴があるが、この未知パラメータの推定問題を予測の逆問題として定式化し、モデル同定のアルゴリズムを開発したので、適用例を含めてここに紹介する。

2. 同時予測モデル

同時予測問題を、発生・集中量(U_i, V_j)制約のもとで、次の目的関数の最大化する問題として定式化する。

目的関数 $J(X_{ij}^k) = S_1^a S_2^{1-a} = \{T / \prod_i x_i^{1-a} \cdot \prod_j (C_{ij}^k)^{x_j^k}\}^a \cdot \{1 / C_{ij}^k x_{ij}^k\}^{1-a} \rightarrow \text{Max.}(X_{ij}^k)$

制約式 $C_{ij}^k = \sum_a \omega_a R_{ij}^{ka}, U_i = \sum_k X_{ij}^k, V_j = \sum_k X_{ij}^k, 0 \leq a \leq 1$

上式の a は、2つの目的のいずれを重視するのを示すトレードオフパラメータであり、 ω_a は、地域間の経路情報(R_{ij}^{ka})と諸属性(運賃、時間など)にかかる重みパラメータである。また P_{ij}^k は、機別別ODパターンの観測値である。この予測問題の解は、非線形連立方程式の解を求めることによって得られる。⁽¹⁾

従来の分布モデルとの関連を図1に示すとおりであるが、この予測を行うに際しては、未知パラメータ $\{a, \omega_a\}$ を推定する必要がある。そこで、機別別分担交通量の観測データ $\{X_{ij}^k\}$ から $\{a, \omega_a\}$ を推定する問題を、予測の逆問題として定式化する。

図1 本モデルと従来の分布モデルとの対応⁽¹⁾

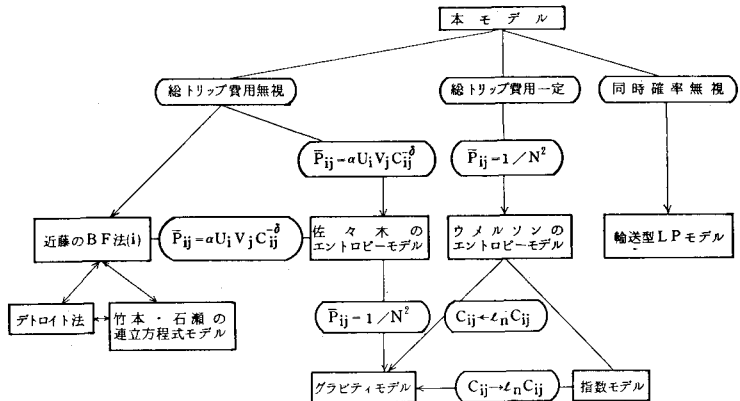
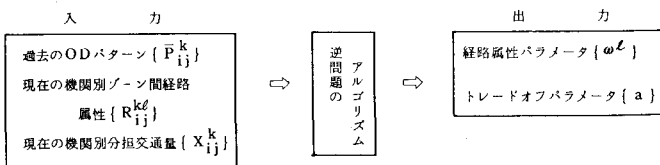


図2 逆問題の入出力関係



逆問題は、次の目的関数を最小とする $\{a, w\}$ を求めるパラメータ推定問題である。

$$\text{Error} = \sum_{i,j,k} \left| \frac{\bar{X}_{ij}^k - \hat{X}_{ij}^k(w, a)}{\bar{X}_{ij}^k} \right| \rightarrow \text{Min.}(w, a)$$

但し、 $\hat{X}_{ij}^k$ は、予則問題の解であり、 w, a の関数となっている。

この逆問題の解法は、非線形連立方程式の反復解法として与えられる。この解法を用いる場合は、分布・分担交通の実績値 ($\bar{X}_{ij}^k$) と機関別ゾーン間経路情報 (R_{ij}^k) に基づいて、分布・分担量を適切に推定するパラメータを一律に求める⁽²⁾。また、求めた w, a を用いて、ロジスティックモデル、輸送選択モデル^等が容易に構成できる。

3. 適用研究

提案した方法の実用性を検証するために4大都市間の航空機と鉄道の交通需要予測を行った。パラメータ推定の入力データは、①現況機関別交通量 ($\bar{X}_{ij}^k$) と②機関別運賃 (M_{ij}^k)、所要時間 (T_{ij}^k) である。未知パラメータは、トレードオフパラメータ (a) と、時間価値 (w) である。

$$C_{ij}^k = M_{ij}^k + w T_{ij}^k, \quad k=1 \text{ (航空)}, k=2 \text{ (鉄道)}$$

パラメータ推定の結果、次の結果を得た。

$$\hat{a} = 0.155 \times 10^{-4} \quad \hat{w} = 30.7 \text{ 円/分}$$

このパラメータから、分担率推定式として、次のロジスティック式を得た。

$$S_{ij}^k = 1 / \{ 1 + \text{EXP} [1.28 \times 10^{-4} (C_{ij}^k - C_{ij}^2)] \}$$

推定した未知パラメータ $\hat{a}, \hat{w}$ を用いて、全機関発生・集中量の制約のもとで分布・分担交通量を推定した結果、次表に示す良好な結果を得た。⁽²⁾

表1 鉄道分担交通量の推定結果 (千人)

着地域 発地域	北海道	東京	大阪	福岡	計
北海道		461. 340.	53. 50.	9. 13.	524. 403.
東京	432. 338.		4374. 5695.	1230. 1092.	6036. 7125.
大阪	51. 51.	4504. 5859.		1060. 1231.	5615. 7141.
福岡	8. 13.	1165. 863.	974. 1222.		2147. 2097.
計	491. 402.	6129. 7061.	5401. 6967.	2300. 2335.	14321. 16765.

R: 0.9945

(上段: 推定値, 下段: 実績値)

表2 航空機分担交通量の推定結果 (千人)

着地域 発地域	北海道	東京	大阪	福岡	計
北海道		2289. 2263.	191. 344.	50. 40.	2530. 2647.
東京	2274. 2249.		2779. 1380.	695. 1046.	575. 4675.
大阪	188. 312.	2750. 1466.		923. 546.	3861. 2324.
福岡	47. 38.	658. 1037.	865. 545.		1570. 1620.
計	2509. 2598.	5697. 4765.	3835. 2269.	1668. 1632.	13709. 11265.

R: 0.8522

(上段: 推定値, 下段: 実績値)

4. 参考文献

- (1) 宮武信吾、芝原靖典：分布・分担交通量の同時予測モデルとその理論的検討，交通工学（1980年3月）
- (2) 宮武信吾：意思決定モデルの推定論的研究，学位論文（1980年提出中）
- (3) 佐佐木綱：都市交通計画，国民科学社（昭和49年）
- (4) 近藤晴彦：分布交通量推計モデル図考，交通工学（1977年）