

IV-51 目的地選択確率の更新を考慮したリンク交通量によるOD推計法

京都大学工学部 正会員 飯田恭敬

金沢大学工学部 正会員 高山純一

金沢大学工学部○学生員 中島良光

1. はじめに

リンク交通量を用いた残差平方和最小化によるOD推計法は、道路区間利用率が先決できれば、連立一次方程式を解くだけで、簡単にOD交通量を推計することができる¹⁾。しかし、目的地選択確率(OD推移確率)を固定値として取り扱っているため、目的地選択確率が既存OD調査時点と推計時点で、大幅に変化する場合には問題が残るといえる²⁾。そこで、本研究では目的地選択確率を修正重力モデル式(Voorhees型)を用いて更新

(Update)し、OD交通量の推計精度を向上させる方法を提案する。今回は、京都市の調査ODデータ(区別ゾーン)を用いて、その適用性を検討した。

2. モデルの定式化

今回、検討を行うのは先に提案した3タイプのモデル(道路区間モデル、発生交通量モデル、結合モデル)¹⁾と、新たに道路区間モデルの目的関数を観測交通量で重みづけし、 χ^2 値の形に修正した χ^2 値道路区間モデルの合計4タイプのモデルである。

2.1 道路区間交通量に関する残差平方和最小化モデル(道路区間モデル)

このモデルは道路区間交通量の観測値 RX_m と計算値 EX_m ($=\sum_m \sum_i A_i \cdot F_{ij} \cdot P_{ij}^m$)の残差平方和(式(1))が最小となる発生交通量を求めるものである。

$$G = \sum_m (\sum_i \sum_j A_i \cdot F_{ij} \cdot P_{ij}^m - RX_m)^2 \Rightarrow \text{Min.} \quad (1)$$

ここで F_{ij} はゾーン*i*から見たゾーン*j*への目的地選択確率を表し、 P_{ij}^m はOD交通量 T_{ij} が道路区間*m*を利用する確率(道路区間利用率)を表す。

2.2 発生交通量に関する残差平方和最小化モデル(発生交通量モデル)

このモデルは道路区間交通量を制約条件として、発生交通量の残差平方和最小化によりモデル定式化を行うものである。ここで、 F_i は発生交通量の発生比率を示す。

$$H = \sum_i (T \cdot F_i - A_i)^2 \Rightarrow \text{Min.} \quad (2)$$

制約条件

$$RX_m = \sum_i \sum_j A_i \cdot F_{ij} \cdot P_{ij}^m \quad (3)$$

$$T = \sum_i A_i \quad (4)$$

2.3 道路区間交通量および発生交通量の残差平方和最小化モデル(結合モデル)

このモデルは道路区間交通量と発生交通量の総残差平方和が最小になるような発生交通量 A_i を求めるものである。

$$L = \sum_m (\sum_i \sum_j A_i \cdot F_{ij} \cdot P_{ij}^m - RX_m)^2 + \sum_i (T \cdot F_i - A_i)^2 \Rightarrow \text{Min.} \quad (5)$$

制約条件

$$T = \sum_i A_i \quad (6)$$

2.4 道路区間交通量に関する χ^2 値最小化モデル(χ^2 値道路区間モデル)

このモデルは道路区間モデルの目的関数を RX_m で重みづけし、 χ^2 値の形に変形したものであり、その解法は次のようになる。

$$K = \sum_m \frac{(\sum_i \sum_j A_i \cdot F_{ij} \cdot P_{ij}^m - RX_m)^2}{RX_m} \Rightarrow \text{Min.} \quad (7)$$

ここで、 $Q_j^m = \sum_i F_{ij} \cdot P_{ij}^m$ とおき、 K を A_j で偏微分して零(0)とおく。

$$\begin{aligned} \frac{\partial K}{\partial A_j} &= \sum_m \frac{2(\sum_i \sum_j A_i \cdot Q_j^m - RX_m) Q_j^m}{RX_m} \\ &= 2 \left\{ \sum_i A_i \sum_m \frac{Q_j^m \cdot Q_j^m}{RX_m} - \sum_m Q_j^m \right\} = 0 \quad (8) \\ &\quad (j = 1, 2, \dots, n) \end{aligned}$$

よって、式(8)に示す*n*元連立1次方程式を解いて A_i を求めれば式(9)によりOD交通量を推計できる。

$$T_{ij} = A_i \cdot F_{ij} \quad (9)$$

3. 目的地選択確率の修正法

ゾーン j の集中交通量を B_j , i j ゾーン間の交通抵抗関数を R_{ij} とすると, Voorhees 型の修正重力モデルは式(10)のように表される。

$$T_{ij} = A_i \frac{B_j \cdot R_{ij}}{\sum_j B_j \cdot R_{ij}} \quad (10)$$

ここで $\frac{B_j \cdot R_{ij}}{\sum_j B_j \cdot R_{ij}}$ を目的地選択確率 F_{ij} と考えると, 式(10)は, j のまま式(9)と等しくなる。

一方, 発生交通量 A_i と集中交通量 B_j の間には一般に式(11)が成り立つといえる。

$$\frac{B_j}{A_j} = \lambda_j \quad (\text{一定値}) \quad (11)$$

したがって, F_{ij} は次のように変形することができる。

$$F_{ij}^{(n+1)} = \frac{B_j \cdot R_{ij}}{\sum_j B_j \cdot R_{ij}} = \frac{\lambda_j \cdot A_j^{(n)} \cdot R_{ij}}{\sum_j \lambda_j \cdot A_j^{(n)} \cdot R_{ij}} \quad (12)$$

つまり, モデルの適用に当たっては, まず目的地選択確率の初期値 $F_{ij}^{(0)}$ を既存OD交通量 t_{ij}^* により $F_{ij}^{(0)} = t_{ij}^* / \sum_j t_{ij}^*$ のように与え発生交通量 $A_i^{(0)}$ の推計を行う。推計された $A_i^{(0)}$ を式(12)に代入し, 目的地選択確率の更新 (Update) を行う。Update された $F_{ij}^{(1)}$ を用いて, 再度 各モデルにより発生交通量 $A_i^{(1)}$ を推計する。つまり, この修正法は道路区間交通量の誤差 (重みつき標準比率誤差) が最小になるまでこの操作を繰り返すことによりOD交通量の更新を行う方法である。

4. 京都市を対象としたモデルの計算例

モデル計算に用いたネットワークは図-1に示すようにに区別ゾーンに1個ずつの代表ノードを設定した仮想ネットワーク (隣接する区の境界を横切る道路を集約したネットワーク) であり, 今回は区域外からの通過交通量

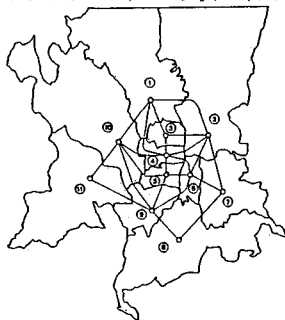


図-1 京都市ネットワーク

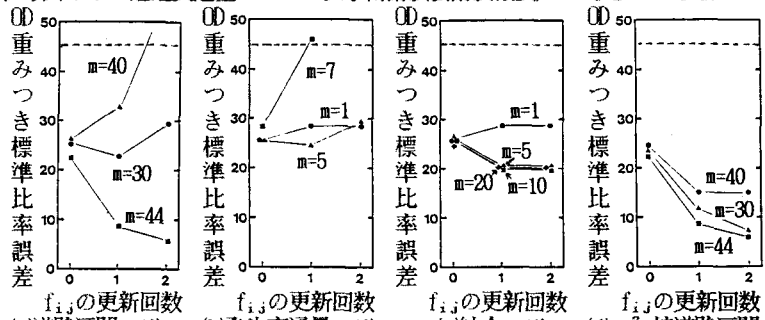


図-2 修正重力モデルによる目的地選択確率の更新と推計精度の関係

を考慮しない場合について検討を行った。用いたデータは昭和45年に行われたパーソントリップ調査 (P.T.) における京都市内自動車OD表と昭和55年道路交通量センサス (R.C.) による京都市内自動車OD表である。ここでは前者を既存OD交通量 (t_{ij}^*) として, 後者のOD表を推計し, その精度を検討する。ただし交通量の観測誤差および道路区間利用率の先決誤差はないものとし Dial 確率配分法を用いてS.55年R.C. OD表を図-1のネットワークに配分した配分交通量を観測値 R_{ij} としてモデル計算を行った。推計結果を図-2に示す。図中破線 (---) はS.45年P.T. OD表とS.55年R.C. OD表の相対誤差 (重みつき標準比率誤差, ゾーン内々ODを含む) を示す。

図-2より, モデルによって, また選択する道路区間数によって, その推計特性は異なるが, ODデータ (45年P.T. OD表とS.55年R.C. OD表) の相対誤差よりも, いずれのモデルにおいても推計精度の方がよいといえる。また, 目的地選択確率のUpdateの効果はモデルによって異なっており, 道路区間モデル ($m=44$ の場合), χ^2 値道路区間モデルではかなり有効であるが, 発生交通量モデル, 結合モデルではそれほど有効ではないという結果であった。なお, 詳しい結果については, 講演時にまとめて発表する。

参考文献

- 1) 高山純一, 飯田恭敬; リンク観測交通量を用いた残差平方和最小化による交通需要推計法, 第40回土木学会年次講演会講演概要集, 第4部, pp.407~408, 1985年.
- 2) 飯田恭敬, 秋山孝正, 桂川博志; 目的地選択確率の変化を考慮したリンクフローによるOD交通量推計方法, 昭和61年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要, IV-4-1~IV-4-2.