

非観測区間交通量の推計による道路網の時間信頼性評価法

金沢大学工学部 正会員 高山純一
 金沢大学工学部 学生員 ○竹内 努
 金沢大学大学院工学研究科 学生員 近藤泰光

1. はじめに

道路交通計画や道路交通管理計画の策定、評価を行う上で最も基本的なデータは道路区間交通量のデータである。そのひとつに車両感知器から得られる交通量データがあるが、現状では必ずしも有効に活用されているとは言い難い。道路網の整備水準を評価するひとつの指標として、道路網の時間信頼性指標が考えられる。道路網の時間信頼性を評価するには、日々変動する交通量の変動特性や時間帯によって異なる交通状況の変化などを考慮する必要があるが、このような交通量の変動特性を分析するデータとして、常時観測されている車両感知器データが非常に有効である。しかし、現状ではすべての道路区間に車両感知器が設置されているわけではなく、各道路区間の走行時間を推定するためには非設置区間の交通量を何らかの形で予測（推計）する必要がある。そこで本研究では、金沢市内主要交差点における数年間の車両感知器交通量データの変動特性を分析し、道路区間交通量相互の相関関係を利用して非観測地点の区間交通量を推計する簡便な方法を提案する。そして、それを利用して道路網の時間信頼性を評価する方法の適用性を検討する。ここでは、金沢都市圏における時間信頼性の経年的変化を地図上で示すことにより、都市圏拡大の経過を捉える。

2. 非観測区間の交通量推計の考え方

非観測区間交通量推計の方法については、既に基本モデルを提案している¹⁾。このモデルでは、ある道路区間の交通量が増加すればその区間と相関の高い区間の交通量も増加するという関係を利用して交通量推計を行う。その手順をまとめると以下ようになる。

〔step.1〕 まず、道路区間交通量 z_k (平均 μ_k , 分散 σ_k^2 の正規分布に従うと仮定する) 相互の相関係数 $R = [\rho_{kh}]$ (式(1)) を推計する。

〔step.2〕 推計した相関係数を利用して式(4)を計算し、非特異な下側三角行列 $A = [a_{kh}]$ (式(2)) を求める。

$$R = \begin{pmatrix} \rho_{11} & \rho_{1h} & \rho_{1n} \\ \rho_{k1} & \rho_{kh} & \rho_{kn} \\ \rho_{n1} & \rho_{nh} & \rho_{nn} \end{pmatrix} \quad \text{----- (1)}$$

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & & 0 \\ a_{21} & a_{22} & \\ \vdots & \vdots & \ddots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots a_{nn} \end{pmatrix} \quad \text{----- (2)}$$

〔step.3〕 求めた行列 A を式(5)に代入する。そうすることにより、互いに独立な標準正規乱数 x_k から互いに相関 R をもつ標準正規乱数 y_k を作成することが可能となる (式(5)において、 $k=1, \dots, m$ が車両感知器の設置されている地点、 $k=m+1, \dots, n$ が非設置区間〔非観測地点〕を表す)。ここで、 y_k を式(3)で標準化した道路区間交通量 z_k の標準正規乱数と考えれば、車両感知器の設置されている地点の観測交通量データの標準化値 y_k ($k=1, \dots, n$) を式(5)の左辺に代入することにより、右辺の x_k ($k=1, \dots, m$) を決定することができる。

〔step.4〕 右辺の残りの x_k ($k=m+1, \dots, n$) に対して独立な標準正規乱数を代入して残りの y_k ($k=m+1, \dots, n$) を求める。

〔step.5〕 求めた y_k を式(6)に代入する。こうして非観測区間交通量 z_k ($k=m+1, \dots, n$) を推計することができる。その際、平均値 μ_k は一般には未知であるが、ここではパーソントリップ配分交通量のデータから推定する。また、分散 σ_k^2 についても平均値 μ_k との間の指数関係式 $[\sigma_k^2 = \alpha(\mu_k)^\beta]$ α, β はパラメータ] から求める。

本モデルの適用にあたって最も重要なポイント

$$y_k = \frac{z_k - \mu_k}{\sigma_k} \quad \text{----- (3)}$$

$$\begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{n1} & p_{n2} & \dots & p_{nn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & & & \\ a_{21} & a_{22} & & \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ & a_{22} & & a_{2n} \\ & & \ddots & \\ & & & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (4)$$

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_m \\ y_{m+1} \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{n}} \begin{pmatrix} a_{11} & & & \\ a_{21} & a_{22} & & \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_m \\ x_{m+1} \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} \quad (5)$$

$$z_k = \mu_k + \sigma_k y_k \quad (6)$$

は道路区間交通量相互の相関係数をどのようにして与えるかということであるが、先にも述べたように、相関係数は何らかの方法（例えば、便宜的に一律値として与えるなど）で推定しなければならない。その方法については講演時に説明する。

3. 道路網の時間信頼性評価の考え方

時間信頼性の評価については朝倉らが提案した方法を参考に行った^{2) 3)}。

前項で揃った区間交通量のデータから、OD間の所要時間を推定する。観測日をT日間とすると、まずリンクの自由走行時間に基づいて最短経路探索を行い、OD間の最短経路を求める。ODペアij間の最短経路がリンクrを含むとき $\delta_{ija} = 1$ 、含まなければ $\delta_{ija} = 0$ とする。次に、リンク走行時間関数を使って、区間交通量を走行時間に変換する。リンク走行時間関数は、ここではBPRタイプの関数を用いる。ただし、1時間を単位時間とする。

$$s_a(V_a) = s_{a0} \{1 + c(V_a/C_a)^d\}$$

s_{a0} : 自由走行時間 ($V_a = 0$ のとき)

C_a : リンク容量 (単位時間)

V_a : 区間交通量 (単位時間)

c, d : パラメータ

そして、次式によりOD間の所要時間を求める。

$$u_{ij} = \sum \delta_{ija} s_a$$

これをT日間について行う。

OD間の所要時間が求まれば、ODペア毎に以下の時間信頼性指標値を求めることができる。

$P_{ij}(\tau)$: ODペアij間を設定した所要時間 τ 以内でトリップできる確率

$U_{ij}(p)$: ODペアij間を設定した確率 p でトリップするのに要する最大所要時間

$P_{ij}(\tau)$ の値は $(u \leq \tau \text{ である日数}) / T$ より求まり、 $U_{ij}(p)$ は $w / T \geq p$ となる最小の整数 w を求めれば、小さいほうから w 番目の u_{ij} の値が $U_{ij}(p)$ となる。

4. 金沢都市圏における適用

本研究では、1986, 88, 90, 92年の4年間の金沢市内主要交差点における流入側車両感知器交通量の、通勤時間帯である午前8時台のデータを使用した。非観測地点の区間交通量の推計に関しては、市内主要地点の区間交通量を周辺の交差点流入側交通量データを用いて推計し、実際の交通量データと比較してモデルの適用性を検討した。道路網の時間信頼性の評価に関しては、金沢市中心部を起点として所要時間 U_{ij} の等高線を描いて時間距離圏の分布を表し、その経年的な変化から都市圏拡大の経過を捉えようと試みる。本研究の結果とまとめ、および今後の課題については、講演時に発表する。

最後に、本研究は科学研究費、一般(c) (代表、金沢大学教授 木俣昇) の研究助成の一部として行ったものであり、ここに記して感謝したい。

5. 参考文献

- 1) 高山純一・飯田恭敬: 常時観測交通量データを用いた非観測区間交通量の簡易推計法, 第18回日本道路会議論文集, pp. 1146~1147, 1989
- 2) 朝倉康夫・柏谷増男・熊本信夫: 交通量変動に起因する広域道路網の信頼性評価, 土木計画学研究・論文集, No. 7, pp. 235~242, 1989
- 3) 西山晶造・朝倉康夫・柏谷増男: 観測交通量を用いた道路網交通流の日変動の推定, 土木計画学研究・講演集, No. 15(1), pp. 17~24, 1992