

0日交通量総合化の適合度に関する検討

明石工業高等専門学校 正員 大橋 健一

1. まえがき

0日交通量の予測モデルの複数個を一次結合で総合化することにより、将来0日のより安定と思われる推定法を提案した。また距離抵抗を全く考慮していないランダムな0日と距離抵抗を最も考慮しているLP予測の0日の2つを実測0日に総合化することにより、対象とした地域の距離抵抗性とかトリップ目的別の交通特性を分析してきた。

本研究では、複数個の0日の総合化も交通量の予測モデルとして用いる場合、総合化に用いた従来モデルと比較して総合化した予測値の適合度がどのように変化するのか、また適合度が上昇するためには総合化に用いた従来モデルにどのような関係が必要かを検討を行なった。0日交通量の適合度として、ここではRMS誤差・ χ^2 誤差・相関係数を取り上げた。

2. 0日交通量の総合化

従来から使用されているモデルの予測0日を重みにより実測0日と最も適合するように次式で総合化する。

$$\begin{aligned} x_{ij} = & P_1 x_{ij}^1 + P_2 x_{ij}^2 + \cdots + P_m x_{ij}^m \} \cdots (1) \\ & \sum P_k = 1, P_k \geq 0 \end{aligned}$$

ここで、 x_{ij}^k は従来モデルkによる予測0日、 P_k は従来モデルkに与えられた重み、 x_{ij} は総合化した予測値である。

重み P_k の決定は、総合化された予測値 x_{ij} と実測交通量 t_{ij} の誤差(RMS・ χ^2)が最小となるように二次計画法で決定する。このようにして決定した重み P_k は、従来モデルの特徴を総合化した予測値 x_{ij} に反映して

いるものと思われる。

3. 総合化の適合度

任意の従来予測モデル x_{ij}^k のRMS誤差と総合化した予測値 x_{ij} のRMS誤差の比較は、 x_{ij}^k の分散 σ_k^2 と x_{ij} の分散 σ^2 で比較することができる。実測交通量を t_{ij} として、

$$\left. \begin{aligned} \sigma_k^2 &= \sum_i \sum_j (x_{ij}^k - t_{ij})^2 \\ \sigma^2 &= \sum_i \sum_j (x_{ij} - t_{ij})^2 \end{aligned} \right\} \cdots \cdots (2)$$

ここで総合化した予測値のRMS誤差が減少するためには、任意のモデル x_{ij}^k の分散と比較して $\sigma^2 - \sigma_k^2 < 0$ となればよい。そこで2個の従来モデルの総合化を考える。

従来モデル $m=2$ の場合の総合化は、

$$x_{ij} = P_1 x_{ij}^1 + P_2 x_{ij}^2 \cdots \cdots (3)$$

であり、また従来モデルの分散は、

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1^2 &= \sum_i \sum_j (x_{ij}^1 - t_{ij})^2 \\ \sigma_2^2 &= \sum_i \sum_j (x_{ij}^2 - t_{ij})^2 \\ \sigma_{12}^2 &= \sum_i \sum_j (x_{ij}^1 - t_{ij})(x_{ij}^2 - t_{ij}) \end{aligned} \right\} (4)$$

となる。そして総合化した予測値の分散 σ^2 は次式で示される。

$$\sigma^2 = P_1^2 \sigma_1^2 + 2P_1 P_2 \sigma_{12} + P_2^2 \sigma_2^2 \cdots \cdots (5)$$

2つの従来モデルにおいて、 $\sigma_2^2 > \sigma_1^2$ (モデル2よりモデル1の適合度がよい)とすると、 $\sigma^2 - \sigma_1^2 < 0$ となれば総合化した予測値 x_{ij} の適合度(RMS誤差)は上昇したことになる。 x_{ij} と x_{ij}^1 の分散の差は、

$$\sigma^2 - \sigma_1^2 = (1 - P_1) \left\{ (-\sigma_1^2 - \sigma_2^2 + 2\sigma_{12}) P_1 + \sigma_2^2 - \sigma_1^2 \right\} \cdots \cdots (6)$$

となり、(6)式のオ二項が正となればよい。

$$\therefore P_1 > \frac{\sigma_2^2 - \sigma_1^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\sigma_{12}} \cdots \cdots (7)$$

となる条件が成立すればよい。また従来モ

表一/ 適合度の比較

		従来モデル							RMS 最小総合化		X ² 最小総合化	
		現在パタ (平均)	重力 (平均)	介入機会 (平均)	佐佐木の エントロ	トリップ ポテンシ	ラン ダム	L P モデル	現在パターン法を 含む場合、含まない	現在パターン法を 含む場合、含まない	現在パターン法を 含む場合、含まない	現在パターン法を 含む場合、含まない
京 阪 神	RMS (x10 ⁴)	0.43583	1.2185	3.8164	4.7027	4.4659	12.209	2.5559	0.26157	0.84639	0.32489	1.1455
	X ² (x10 ⁵)	0.48662	4.8715	115.78	36.192	294.08	2692.2	9.2116	0.49299	7.4086	0.38412	3.2541
	相関係数	0.99975	0.99761	0.97281	0.94907	0.97835	0.57468	0.99444	0.99985	0.99832	0.99981	0.99790
大 阪 市	RMS (x10 ³)	0.18711	1.9155	9.8426	3.1361	1.1508	10.408	3.9562	0.16476	0.76213	0.17025	0.76573
	X ² (x10 ⁵)	0.43685	4.3236	175.44	7.9225	1.2335	82.987	9.1750	0.42645	0.75597	0.41921	0.75365
	相関係数	0.99990	0.99081	0.42427	0.98478	0.99755	0.27924	0.97564	0.99989	0.99775	0.99990	0.99767
徳 島	RMS (x10 ²)	0.79786	2.5176	18.232	1.7837	10.954	38.429	5.2987	0.69681	1.5077	0.71564	1.6057
	X ² (x10 ⁴)	0.42554	6.9165	256.25	3.7605	64.759	664.68	28.132	0.35110	3.5861	0.32831	3.4486
	相関係数	0.99991	0.99927	0.96086	0.99958	0.99531	0.82732	0.99739	0.99993	0.99965	0.99993	0.99962

デル1の重みは、 $0 < P_i < 1$ の条件下で決定するものであり、(7)式の P_i より、

$$\frac{\sigma_2^2 - \sigma_1^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\sigma_{12}} < 1 \quad \text{-----}(8)$$

も満足しなければならぬ。従って、

$$\sigma_2^2 > \sigma_1^2 > \sigma_{12} \quad \text{-----}(9)$$

となる条件が従来モデルに存在すれば、 $\Sigma \epsilon_i$ のRMS誤差は減少するものと思われる。

従来モデル $m > 2$ の場合についても、 $m = 2$ の場合と同様に考える。ここで従来モデルに与えらる重み P の制約は非負で和が1であるから、RMS誤差最小な従来モデル l と他の任意の従来モデル k の2つだけに着目して、

$$\sigma_k^2 > \sigma_l^2 > \sigma_{kl} \quad \text{-----}(10)$$

$$(k = 1, 2, \dots, m; k \neq l)$$

となればよい。おなわち m 個の従来モデルにおいて、(10)の関係が1組みでも成立すれば、総合化した予測値 $\Sigma \epsilon_i$ のRMS誤差は減少するものと思われる。

Σ^2 誤差についてもRMS誤差と同様である。相関係数については、相関係数最大な従来モデル l と他の任意のモデル k の間に、

$$r_k / r_l > r_{kl} \quad \text{-----}(11)$$

$$(k = 1, 2, \dots, m; k \neq l)$$

となる関係が1組みでも存在すれば、総合化した予測値の相関係数は上昇するものと思われる。

4. 適合度の比較

京阪神・大阪市・徳島の3地域を対象として、従来モデルを総合化した。昭和40年から45年の短期予測となり現在パターン法へ重みが集中したため、現在法を除いた場合の総合化を行なった。7個の従来予測モデルと総合化の4ケースの適合度を表に示した。総合化のいずれの場合も、従来モデルの重み P を決定する二次計画法で目的関数としたRMS・ χ^2 誤差はかなり減少している。相関係数については、従来モデルが木変高いのであるが、大阪市のRMS最小総合化を除いてほとんどの場合上昇している。

5. おとがき

(10)(11)の関係が満たされれば、総合化の予測値の適合度は必ず上昇する。またこれらの関係は従来モデルの独立性を示すものであり、従来モデルが独立であるほど適合度も上昇するものと思われる。一方総合化の重み P の決定と比較して、多くの従来モデルの予測計算は削減となり、実用性を果たせるためにより少ないモデルで総合化する必要があると思われる。

参考文献：大橋，青山，柳本

“OD交通量予測モデルの評価と総合化”
 オ31回土木学会講演概要集 “分布交通量予測
 の総合化について” オ32回土木学会講演概要集