

IV-57 道路網の集約化が配分交通量の推定精度に与える影響についての実証的研究

名古屋工業大学 学生員 ○二ノ宮 明彦
 名古屋工業大学 正 員 松井 寛
 名古屋工業大学 正 員 溝上 章志

1. はじめに

配分交通量の推計精度に影響を与えられらるる種々の要因のうち、本研究では、ネットワークの集約化の程度と推計精度との関係を実証的に分析することによって、ネットワークの設定基準に供するモデルを開発することとする。

2. 適合度指標とネットワーク指標

配分手法としてその有用性が検証された¹⁾均衡配分法を用い、各集約化レベルのネットワークへの配分した配分交通量推定値に対する実績値との適合度指標の変動を検討することによって、ネットワークの集約化が推計精度に与える影響を分析する。適合度指標としては、平均、分散、相関係数、単回帰の偏回帰係数、SEE、RMSE、SEE/RMSE、およびRMSE²を展開して得られる。AE²、DSD²、CV²の構成比率を採用する。ここで、SEEは回帰推定値からの残差変動を表すものであり、この値が小さいほど回帰式が有効であるといえる。RMSEは全変動を表す。また、RMSE²は次式のように展開できる。

$$\begin{aligned} \text{RMSE}^2 &= N/(N-1) \cdot \text{AE}^2 + \text{DSD}^2 + \text{CV}^2 \\ \text{AE} &= \bar{V}_1 - \bar{V}_2 \\ \text{DSD} &= \text{SD}_1 - \text{SD}_2 \\ &= \sqrt{\sum (V_1 - \bar{V}_1)^2 / (N-1)} \\ &\quad - \sqrt{\sum (V_2 - \bar{V}_2)^2 / (N-1)} \\ \text{CV}^2 &= 2(1-R) \cdot \text{SD}_1 \cdot \text{SD}_2 \end{aligned}$$

ここで、 V_1 は実績値、 V_2 は予測値、 N はサンプル数である。AEは実績値と推計値との平均の差、DSDは実績値と推計値との標準偏差の差である。これらは推計値の実績値に対する推定バイアスを表すものであり、ネットワークの集約化の程度に依存して系統的に生じる変動である。CVはバイアス回りの誤差分散を表すものであり、ランダムな変動と考えることができる。そのため、AEやDSDの割合が大きくCVが小さいほど、推計値の変動を系統的に修正する可能性が大きくなる。

ネットワークの集約化の程度は、ネットワークのグ

ラフ構造を表すグラフ示数と幾何学構造を表す幾何学示数（これらをまとめてネットワーク指標と記す）によって数量化し、各適合度との定量的な関係を明らかにしていく。本研究で使用したネットワーク指標を表-1に示す。

表-1 ネットワーク指標

グラフ示数	幾何学示数
① e: リンク数	① M: 総延長
② v: ノード数	② N: 可能台 km
③ μ 示数: $\mu = e - v + 1$	③ θ_2 示数: $\theta_2 = M/v$
④ β 示数: $\beta = e/v$	④ η_2 示数: $\eta_2 = M/e$
⑤ α 示数: $\alpha = 2\mu / (v-1)(v-2)$	⑤ λ_1 示数: $\lambda_1 = N/v$
⑥ γ 示数: $\gamma = 2e/v(v-1)$	⑥ λ_2 示数: $\lambda_2 = N/e$

ここで、 μ 示数は存在する経路数、 β 示数は道路網全体の絶対的な結合度を表す。 α 示数と γ 示数はそれぞれ同一ノード数の完全結合ネットワークからみた実際の経路数と区間数であり、道路網全体の相対的な結合度を表す。また、 θ_2 示数、 λ_1 示数、 η_2 示数、 λ_2 示数は、M示数とN示数を合せて距離の近接度、可能容量を考慮した。

3. ネットワークの集約化が推定精度に及ぼす影響

ネットワークの集約化が規則的で定量的に行われるように、本研究では混雑率でリンクをカテゴリー分けし、混雑率の低い順に同一カテゴリーに含まれるリンクを段階的に一括削除する方法を用いた。本来、混雑率は実測値を用いるのが適切であるが、すべてのリンクで実測がなされているわけではないため、ゾーン数64のネットワーク（フルネットワーク）に均衡配分した時の混雑度を実績値として代用している。分析対象は名古屋近郊のT市、M町の道路網であり、ネットワークは169ノード、524リンクで構成されている。

各集約化レベルのネットワークにおけるネットワーク指標群と適合度指標群の計算値を表-2に示す。

表-2 各集約化レベルのネットワーク指標と適合度指標

	e	v	μ	γ	N	R	RMSE	S/R
00	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.002	1.007	0.947
01	0.966	0.982	0.958	1.000	0.945	1.013	0.997	0.968
02	0.939	0.964	0.927	1.011	0.913	0.958	1.031	0.941
03	0.912	0.953	0.893	1.001	0.888	0.886	1.056	0.927
04	0.893	0.953	0.865	0.984	0.864	0.902	1.044	0.947
05	0.878	0.941	0.848	0.992	0.852	0.874	1.054	0.929
06	0.863	0.929	0.831	1.003	0.838	0.864	1.059	0.931
07	0.847	0.929	0.808	0.984	0.823	0.827	1.067	0.929
08	0.832	0.923	0.789	0.978	0.811	0.851	1.050	0.952
09	0.812	0.917	0.763	0.967	0.796	0.878	1.038	0.992
PT	0.782	0.911	0.721	1.008	0.815	1.001	0.972	1.056

ネットワークの集約化による各適合度指標の変化には、集約化に伴い一定の傾向がみられる。例えば、N示数と相関係数、RMSEおよびSEE/RMSEの関係を見てみると、図-1より明らかなように、集約化に伴って相関係数は減少し、RMSEは増加するという傾向をもっているが、SEE/RMSEはあまり変化していない。

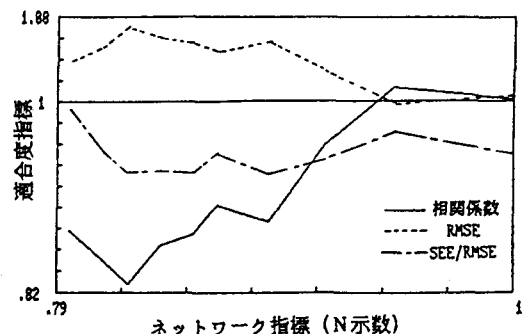


図-1 ネットワークの集約化による適合度指標の変化

これらの各適合度指標の変化を定量的に予測するため、ネットワーク指標群を用いた重回帰分析モデルを作成した。説明変数として使用したネットワーク指標は、性質の異なる3つの指標群の中から説明力が高いものを1変数ずつ選んだものを用いた。3つの指標群とは先に述べた道路網全体の絶対的な結合度を表す示数、相対的な結合度を表す示数、および近接度を表す示数である。重回帰分析の結果を表-3に示す。重相関係数、F値ともに高い値を示していることから回帰式の有効性は高く、特に μ 示数とN示数とが高い説明力を示している。つまり、混雑率の低い道路区間から順に削除して、ネットワークを集約化した場合には、そのネットワークへの配分交通量推定値の各種適合度指標とネットワーク指標にはある定量的な関係が存在する。

このことは、集約化の程度を定量的に表すネットワーク指標によって適合度指標が予測可能であることを意味する。

表-3 重回帰分析の結果

	定数項	μ (t 値)	γ (t 値)	N (t 値)	F 値	重相関係数
相関係数	-0.618	-1.532 (3.258)	-0.590 (0.593)	2.598 (3.874)	10.195	0.902
RMSE	1.460	0.985 (4.479)	-0.035 (0.075)	-1.421 (4.529)	9.036	0.891
SEE/RMSE	0.973	-1.364 (4.978)	-0.245 (0.423)	1.605 (4.106)	9.797	0.899
a	4.358	-0.269 (0.473)	-1.729 (1.441)	-1.412 (1.746)	30.008	0.963
b	-0.827	-2.526 (3.618)	0.572 (0.357)	3.839 (3.853)	7.557	0.874

集約化されたネットワークへの配分結果と実績値との偏回帰係数aとbについてみると、表-3よりa、bとも高い寄与率で回帰が可能である。いま、任意に集約化されたネットワークが存在する場合には、各種のネットワーク指標は既知である。また、この集約化ネットワークに均衡配分を行うことによって配分交通量推定値ベクトル $y = (y_1, \dots, y_n)$ を求めることもできる。従って、ランダム誤差は含むものの、実績値の推定値ベクトル x を次式により逆に推定することが可能である。

$$x = (y - b) / a$$

つまり、実際の道路網を任意のレベルのネットワークに集約化したとしても、ネットワーク指標値さえ分かれば、集約化ネットワークへの配分結果から実際の道路区間交通量をかなり高い精度で推計することができる。

4. 今後の課題

実証的検討に用いた道路網は特定の地域のものであり、本研究で得られた結果が任意の形状の道路網、交通需要状況に対して成立するという保証はない。本研究で得られた結果がネットワークの規模やOD交通パターンなどの異なる道路網に適用できるかどうかを検証することが今後の課題である。

【参考文献】

- 1) 松井・溝上・二ノ宮 道路網の集約化が配分交通量の推定精度に与える影響についての実証的研究, 1986, 土木学会中部支部研究発表会講演概要集, pp.380-381.