

交通量配分における走行時間関数のパラメータ感度分析

愛媛大学工学部 正 員 朝倉康夫
三井建設 河合 修

1. はじめに

従来の交通需要予測では、予測にともなう誤差の影響が十分に考慮されていたとはいえない。誤差が生じる原因は、①用いる外生変数の予測誤差、②モデル構造上の誤差、③モデル中のパラメータ推計誤差に分けることができる。需要固定型のネットワーク交通流の解析・予測では、外生変数の予測誤差はOD交通量の予測、およびネットワーク構成により生じる誤差に対応する。モデル構造上の誤差とは、個人の経路選択行動の記述に関する仮説から生じる誤差である。パラメータ推計誤差とは、各リンクの走行時間関数に含まれるパラメータの推計誤差である。

本研究の目的は、交通量配分において用いられるリンク走行時間関数のパラメータに着目し、それが確率的に変化するとき、ネットワーク交通流が受ける影響を分散分析により分析することにある。影響の大きさは、いくつかの要因に支配されるが、ここでは、A：パラメータが各リンクに共通であるか独立であるか B：パラメータの分散の大きさ、の2点を中心に分析する。あわせて、交通混雑による違いについても考察を加える。

2. 研究手順

式(1)に示す走行時間関数のパラメータ (r, k) に確率の変動を与え、シミュレーションによる交通量配分実験を行う。その結果得られるリンク交通量の変動を、Geoffreyらが用いた指標により評価し、さらに分散分析により影響要因の大きさを調べる。

$T_a(Va) = t_{a0} (1 + r (Va/Ca)^k) \dots (1)$
ここに、

Va : リンク交通量 Ca : リンク容量

t_{a0} : 自由走行時間

である。

配分実験の結果は、式(2)~(4)により評価する。

$$LBMa = [Vac - E(Va)] / E(Va)$$

$$LCVa = Var(Va)^{0.5} / E(Va) \dots (2)$$

$$\dots (3)$$

$$NBM = \{ \sum_a E(Va) LBMa^2 / \sum_a E(Va) \}^{0.5}$$

$$NCV = \{ \sum_a E(Va) LCVa^2 / \sum_a E(Va) \}^{0.5} \dots (4)$$

$$\dots (5)$$

ここに

Va : リンクaの交通量 (確率変数)

$E(Va)$: リンク交通量の期待値

$Var(Va)$: リンク交通量の分散

Vac : パラメータの期待値を用いたときのリンク交通量 (従来の方法によるもの)

である。 $LBMa$ および $LCVa$ は、個々のリンクに関する交通量の期待値からの偏りおよび変動の大きさ (変動係数) を表す。 NBM と NCV は、それぞれ、ネットワーク全体でみた交通量の偏りと変動係数を表す。

交通流に影響を与えるパラメータ変動の要因として先に述べた2要因を考え、以下のようにそれぞれの水準を設定した。

パラメータのリンク間における相関 (要因Aとする)

全てのリンクに対して共通のものをを用いる場合と各リンクで独立の値を使う場合の2水準。

パラメータの分散の大小 (要因Bとする)

各パラメータについて、5水準の変動係数。

この他に、交通混雑の影響を考慮し、交通需要が大きい場合と小さい場合を比較する。

具体的な計算手順は、以下の通りである。

- ①各要因の水準についての組合せ ($2 \times 5 \times 2$) に対し、パラメータ r, k の分布 (正規分布と仮定) を作る。
- ②正規乱数を発生させて、パラメータ r, k (リンクごとに独立とする場合は ra, ka) を取り出し、それらを走行時間関数に代入する。
- ③OD交通量を等時間配分原則に従いネットワークに配分し、各リンクの交通量を求める。
- ④あらかじめ設定した繰り返し回数だけ、②~③の操作を繰り返す。
- ⑤各リンクの交通量の平均 $E(Va)$ と分散 Var

(Va) の値を計算する。

⑥式(2)～(4)に示すリンクごとの評価指標とネットワーク全体の評価指標の値を計算する。

⑦すべての水準の組合せに対し、②～⑥を計算する。

⑧得られた評価指標値の定性的比較、およびNBM、NCVを用いた分散分析を行う。

3. 数値計算

ネットワークは4×4の正方格子形とし、(48リンク、16ノード)、セントロイドを正方格子の各4角に置いた。パラメータの平均値は、 $r=2.62$ 、 $k=4.0$ とし、リンクの自由走行時間と交通容量は、ランダムに与えた。計算手順②～③の繰り返し回数は20回とした。パラメータの変動係数(CV)は、CV=0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5とした。

NBMとNCVを図1に示す。結果をまとめると、

①NBMは、NCVの約1/3である。

②どのケースでも、変動係数を大きくするとNBMとNCVの値が増加する。

③リンク間相関なしの場合の値は、リンク間相関ありの値より大きい。変動係数が大きくなるにつれてこの差は大きくなる。

④混雑の大小による差は、比較的小さい。

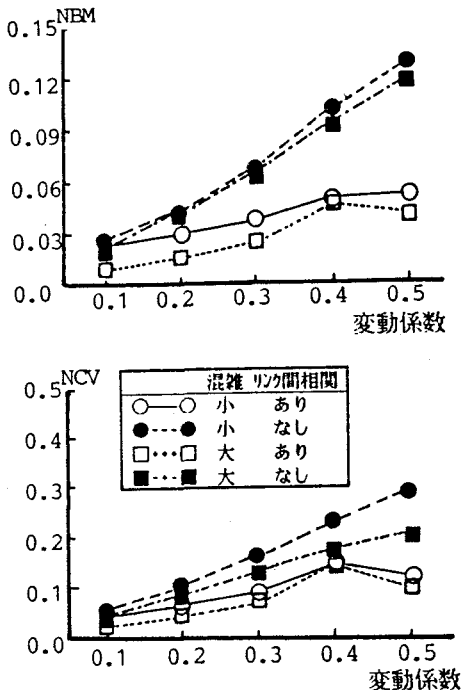


図1 NBMおよびNCV

分散分析の結果を表1にまとめて示す。その結果、①いずれの場合も、要因Bに比較して、要因AのF値が大きい。

②NBMに関して、混雑が大きい時にのみ有意水準5%で要因Aによる効果($F_A=14.58$)がある。

③NCVについて、混雑が大きい時にのみ有意水準5%で要因A, Bによる効果($F_A=10.96$, $F_B=9.72$)がある。

表1 分散分析の結果(F値)

混雑水準	評価指標	要因A リンク間相関の有無	要因B 分散の大小
小	NBM NCV	7.01 7.14	3.39 4.49
大	NBM NCV	14.58 * 10.96 *	4.92 9.72 *

*: $\alpha=5\%$ で有意(要因効果がないという仮説を棄却)

以上により、パラメータの確率変動が交通流に与える影響は、次のようにまとめることができる。

①パラメータの確率的変動により、交通量の平均値が偏る危険性はそれほど大きくない。

②交通量の変動幅(変動係数)は、パラメータの変動幅に対応して大きくなる。

③パラメータがリンクごとに独立に変動する(リンク間相関がない)場合、パラメータ変動の影響が大きくなる。

4. おわりに

ネットワーク全体で平均化するとパラメータの確率変動の影響が顕著でなくても、個々のリンクごとでは交通量の偏りが大きな場合もみられることから、パラメータの確率変動が交通流に及ぼす影響は小さいものと考えられる。計算において固定した条件(ネットワーク形状、OD条件、リンク容量など)を変えてシミュレーションを行い、一般的な傾向について考察する必要がある。

参考文献 Geoffrey R. et al.(1987), Analysis of the Effects of Parameter Estimation Error on Transportation Network Equilibrium Models, Proc. 10th Sympo. Transpn. & Traffic Theory