

愛媛大学大学院 学生員 ○越智大介
愛媛大学工学部 正会員 朝倉康夫
愛媛大学工学部 フェロー 柏谷増男

1. はじめに

交通網の信頼性評価には交通ネットワークの変化に伴うサービス水準の変化を考慮することが望ましい。朝倉ら¹⁾は、ネットワークフローを考慮しない OD 間の最短距離の確率分布を推定する方法を提案している。そこで本研究は、flow network を対象とした、OD 間の時間信頼性評価指標の確率分布を推定することを目的とする。

2. OD 所要時間の確率分布の計算

OD 間の時間信頼度を「所定の時間の範囲内で OD 間のトリップ運行が可能である確率」と定義する。言い換えると、平常時 x_0 における OD ペア間所要時間 $t_{rs}(x_0)$ に対する状態 x での OD ペア間所要時間 $t_{rs}(x)$ の比 $t_{rs}(x)/t_{rs}(x_0)$ が、ある判断基準 θ 以下である確率を OD ペア間の時間信頼度 $R_{rs}(\theta)$ とする。

ネットワークのある状態の生起は確率事象であるから、OD 間の所要時間 $t_{rs}(x)$ もある確率分布に従う。状態 x の発生確率が $P(x)$ であるので、所要時間が $t_{rs}(x)$ となる確率も $P(x)$ である。そこで所要時間の確率分布を推定しその累積確率分布を求めれば、判断基準 θ をパラメトリックに変化させたときの信頼度の値の変化を簡単に求めることができる。さらに、累積確率分布の逆関数を求めておけば、信頼度をパラメトリックに変化させたときの迂回時間を求めることができる (図-1)。

信頼度の近似解と同様に、一部の状態ベクトル x に対して OD 間の所要時間 $t_{rs}(x)$ を計算することにより、その分布関数 $F_{rs}(x)$ を近似的に計算することができる。累積確率分布の近似解の上, 下限値をそれぞれ $F_{rs}^U(t)$, $F_{rs}^L(t)$ とするとき、具体的な計算手順は以下の通りである。

【Step 0】 初期設定

平常時の状態ベクトル x_0 に対し、交通量配分計算によって OD ペア間の所要時間 $t_{rs}(x_0)$ を求めておく。繰り返し回数 $J=1$ とおく。

【Step 1】 状態ベクトルの抽出

状態発生確率 $P(x)$ の大きい方から J 番目の状態ベクトル x_j を取り出す。

【Step 2】 OD 所要時間の計算

x_j に対して利用者均衡モデルを解いて、OD ペア間の所要時間 $t_{rs}(x_j)$ を求める。

【Step 3】 上、下限値の計算

$t_{min}(x) \leq t$ なる範囲の t に対して分布関数の上限値 $F^U(t)$ および下限値 $F^L(t)$ を (式 1, 2) で表す。

$$F^U(t) = \sum_{j \in T(t)} P(x_j) + \left(1 - \sum_{j=1}^J P(x_j) \right) \quad (1)$$

$$F^L(t) = \sum_{j \in T(t)} P(x_j) \quad (2)$$

ここに $T(t)$ は、 $t_{rs}(x_j) \leq t$ なる j ($j=1, \dots, J$) の集合

【Step 4】 収束判定

十分に小さい正の数 ε に対し、

$$F^U(t) - F^L(t) \leq \varepsilon \quad (3)$$

なら、 $t_{min}(x) \leq t$ なる範囲の t に対して分布関数の近似解を

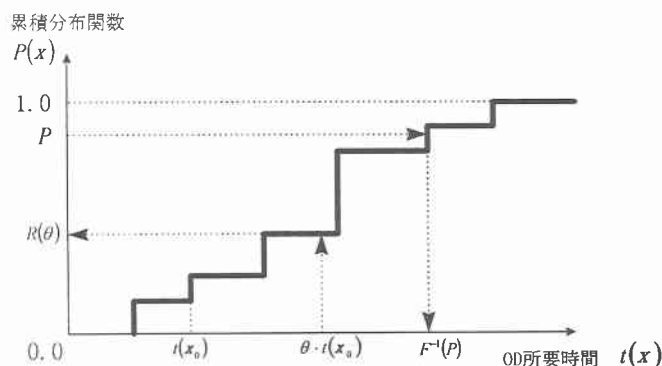


図-1 OD 所要時間の累積分布関数

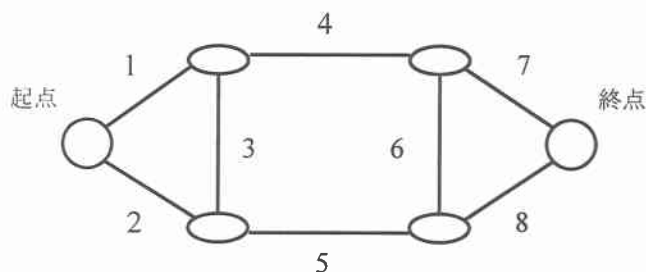
$$F(t) = (F^U(t) + F^L(t)) / 2 \quad (4)$$

として計算終了．そうでなければ， $J=J+1$ として【Step 1】へ．

3. 数値計算例

(1) 前提条件

提案した方法の妥当性を検証するために，数値計算を行なう．用いるネットワーク（図－2）は6ノード，8リンクの小規模なもので，リンクデータは表－1 に示す値とした．OD は図に示す1つのペアについてのみ考える．リンク数が8本であるから，ネットワークの状態の総数は， $2^8=256$ 組である．



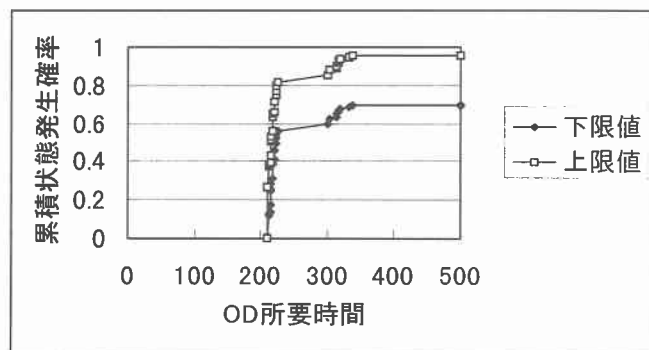
図－2 数値計算ネットワーク
(数字はリンク番号)

表－1 ネットワークのリンク属性

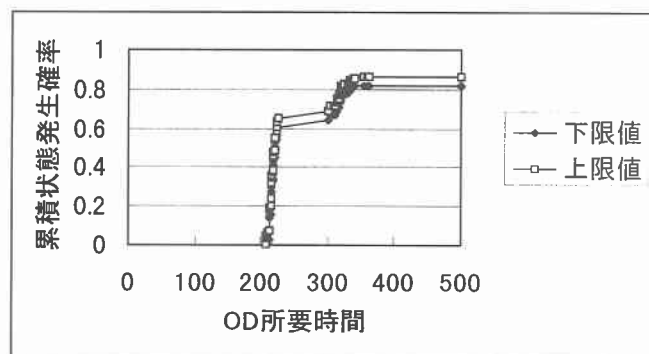
リンク番号	リンク長	リンク速度	リンク容量	通行可能確率
1	50	60	5000	0.9
2	80	40	3000	0.6
3	50	60	5000	0.9
4	60	60	5000	0.9
5	50	50	4000	0.75
6	50	50	4000	0.75
7	40	50	4000	0.75
8	50	40	3000	0.6

(2) OD 所要時間の分布関数の近似

図－3，4 は，OD 所要時間の分布関数の上限，下限値の収束状況を示したものである．図－3 は繰り返し回数（ J ）が30回，図－4は100回のときの状況である．これらの図から，OD 所要時間の分布関数が収束していく様子を確認できる．



図－3 OD 所要時間の分布関数の上限値と下限値
(繰り返し回数 $J=30$)



図－4 OD 所要時間の分布関数の上限値と下限値
(繰り返し回数 $J=100$)

4. おわりに

本研究では，flow network を対象として，信頼性評価指標の確率分布の推定法について考察してきた．リンク通行可能確率を所与とした場合について，利用者均衡モデルにより OD 間の所要時間を求め，その確率分布を近似する方法を開発した．また，利用者均衡モデルにより求められる OD 間の交通量などの確率分布も近似することも可能だと言える．

もちろん，ここに示したネットワークの規模はきわめて小規模であり，数万リンク持つような大規模ネットワークでの確率分布の推定法については今後の研究の課題である．

参考文献

- 1) 朝倉康夫，柏谷増男，藤原健一郎：交通ネットワークにおける迂回の限度を考慮した OD ペア間信頼度の指標，土木学会論文集，No. 555/IV-34, pp41-49, 1997