

利用者認知所要時間のファジィ性を考慮した交通量配分

京都大学大学院 学生員 ○邵 春福

京都大学工学部 正会員 秋山 孝正

京都大学工学部 正会員 佐佐木 綱

1. はじめに

本研究は現実の交通システムにおける利用者の経路選択時のファジィ性に着目して、実用的な視点から交通利用者の経路選択行動の記述方法を提案するとともに、道路網交通配分問題に適用しネットワークフローの特性を考察する。

2. 経路所要時間のファジィ総時間差

まず利用者の認知所要時間をファジィ数として定義し、これに基づいていずれの経路が有利か否かという非ファジィ情報を得るために経路選択時の意思決定を記述するの一方法を説明する。これは図-1に示されるように、複数のファジィ数 $t_a = [a_l, a_r]$ 、 $t_b = [b_l, b_r]$ をそれぞれ経路Aと経路Bの認知所要時間を表すものとし、各レベルにおける(1)式のような左辺値の差と右辺値の差の平均値の総和を用いて大小関係を比較するものである。すなわち次式のように算出される。

$$t_a^* - t_b^* = \frac{1}{2} \int_0^1 [(a_l^{\alpha} - b_l^{\alpha}) + (a_r^{\alpha} - b_r^{\alpha})] d\alpha \quad (1)$$

以下では、これを簡単のため「ファジィ総時間差法」と呼ぶことにしている¹⁾。

また通常ファジィ数としてよく用いられているのは三角型メンバー関数である。具体的には次式のようなものである。

$$\begin{aligned} \mu(t) &= 0 & t &\leq t_{a1} \\ &= (t - t_{a1}) / (t_a - t_{a1}) & t_{a1} &\leq t \leq t_a \\ &= (t_{ar} - t) / (t_{ar} - t_a) & t_a &\leq t \leq t_{ar} \\ &= 0 & t_{ar} &\leq t \end{aligned} \quad (2)$$

ここで左スプレッド t_{a1} と右スプレッド t_{ar} であり、それぞれ以下の式で表されるとする。

$$t_{a1} = (1 - \gamma_a) \cdot t_a, \quad 0 < \gamma_a \leq 1.0, \quad \forall a \in L \quad (3)$$

$$t_{ar} = (1 + \beta_a) \cdot t_a, \quad \beta_a \geq 0.0, \quad \forall a \in L \quad (4)$$

γ_a, β_a ; パラメータ、 L ; リンクの集合

つまり γ_a と β_a の変化によって、交通情報に対する認知を反映できることになる。

以上の(1)~(4)式の関係を用いると、結局経路所要時間の代表値 t_i^* は次式とすればよいことがわかる。

Chunfu SHAO, Takamasa AKIYAMA, Tsuna SASAKI

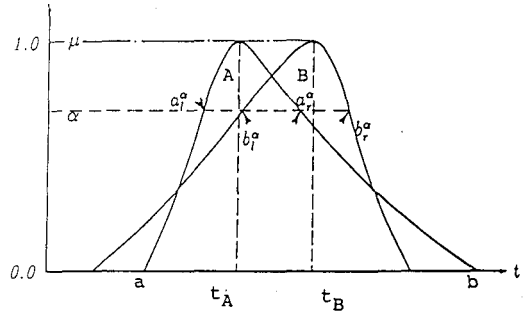


図-1 認知所要時間の表現(ファジィ総時間差法)

$$t_i^* = t_i \cdot (4 - \gamma_i + \beta_i) / 4 \quad (5)$$

3. ファジィ経路情報を用いた利用者均衡問題

(1) 定式化²⁾

経路所要時間をファジィ量とし、さらに Wardrop の第1原則に従う数理計画モデルを考える。現実的には従来クリスプ所要時間をファジィ所要時間の代表値の関数とすることでよいことがわかる。したがって、均衡解の唯一性は従来のモデルと同様に保証されることがわかる。

(2) 計算手順

基本的には確定的利用者均衡問題を解く際に用いられる Frank-Wolfe法と同様であるが、所要時間の計算と最短経路の算出について次のように修正している。

- ① リンク所要時間(修正B. P. R関数) $t_a^{(n)}$ を計算し、(2)~(4)式よりファジィ所要時間を算出する。
- ② 拡張原理によってさらに(5)式を用いて、経路所要時間を計算し、その代表値を求める。

4. 数値計算例

本研究に用いられる方法の特徴を調べるため、図-2のようなネットワークと表-1~2に示す条件を基にした簡単な数値計算を行った。

本例中のケース1においてリンク4とリンク8は標準的時間以下の所要時間で通行できると認知されるリンクである。逆にリンク5はある標準的所要時間より多くの時間を要すると考えられるリンクである。またその他のリンクは比較的交通情報が明確に得られており、確定的所要時間を持つ

リンクである。一方ケース2ではリンク4、リンク5、リンク8はケース1と逆に設定している。またケース3ではリンク4、リンク5、リンク8を所要時間がある値の前後に対称的な広がりを持つと認知されるものとしたケースである。

上記のようなケース設定に基づいた計算結果により次のことがわかる。

①リンクフローについては計算上均衡時のものは表-3のようである。ケース1とケース2の場合の均衡フローは確定的均衡フローとは異なる値が得られている。特に確定均衡フローに比べて変化の割合が大きいのはリンク3、リンク7、リンク8、リンク9であった。また確定的均衡フローと比べてケース1の均衡フローの変化はケース2の変化と逆方向となっている。これらは近傍のファジィリンクの影響が現れたものと思われる。

②経路フローについては表-4により検討する。

ケース1では各経路の選択率は確定的な場合に比べて若干変化している。これは当該ケースにおけるリンク所要時間の認知形態に応じて、計算上経路1のフローは減少、経路2、経路3、経路4のフローは増加となっている。一方ケース2では各経路の選択率は経路1では大きく増加、経路2、経路3では若干減少、経路4は非選択経路になっていることがわかる。これはリンク4、リンク5、リンク8はケース1と逆の認知形態によるものである。またケース3では従来の方法と全く同様な結果になっている。これは交通利用者のファジィ所要時間の認知の存在がつねに確定情報下での交通状態と同様な結果を与えることがわかる。

5. おわりに

経路情報をファジィ量として認識するときの交通量配分法に関する方法論的検討により次のような点が見える。①交通情報提供とこれに対する認知についてのソフトな現象表現が与えられる。②確定的計算手法による場合も包含しており、一般的な拡張となっていることから、従来の成果と併せて各種の考察を行うことができ有効である。さらに今後の課題としては実用上所要時間の認知形態を十分吟味する必要がある。

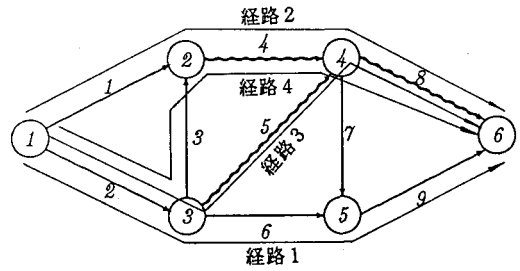


図-2 計算ネットワーク

表-1 O D 需要交通量 単位：台

O	D	2	3	4	5	6
1		1000	1000	6000	4000	2000

表-2 各リンクの設定条件

番号	クリスプ条件		ファジィ条件					
	t ⁰ (分)	容量 (台)	ケース1		ケース2		ケース3	
			γ	β	γ	β	γ	β
1	10	6000	クリスプ値 ($\gamma = \beta = 0.0$)					
2	8	11000						
3	3	5000						
4	10	5000	0.6	0.1	0.1	0.6	0.5	0.5
5	8	5000	0.1	0.6	0.6	0.1	0.5	0.5
6	15	5000	クリスプ値 ($\gamma = \beta = 0.0$)					
7	5	5000						
8	20	2000	0.6	0.1	0.1	0.6	0.5	0.5
9	18	2000	クリスプ値 ($\gamma = \beta = 0.0$)					

表-3 リンクフローとその変化 単位：台

番号	確定時	ケース1	ケース2	ケース3
1	5521	5525 (+0%)	5509 (-0%)	5521
2	10479	10475 (-0%)	10491 (+0%)	10479
3	310	521 (+68%)	121 (-61%)	310
4	3831	4046 (+6%)	3629 (+5%)	3831
5	4431	4235 (-4%)	4630 (+4%)	4431
6	3739	3719 (-0%)	3740 (0%)	3739
7	1172	1055 (-10%)	1315 (+11%)	1172
8	1089	1225 (+12%)	945 (-13%)	1089
9	911	774 (-15%)	1055 (+16%)	911

表-4 経路選択率 (O D ペア①-⑥)

経路番号	確定的 均衡時	ファジィ均衡時		
		ケース1	ケース2	ケース3
1	0.455	0.387	0.528	0.455
2	0.341	0.364	0.321	0.341
3	0.191	0.222	0.151	0.191
4	0.013	0.027	-----	0.013

[note] ----：非選択経路

【参考文献】

- 1) 邵・秋山・佐佐木：経路情報のファジィ性を考慮した交通量配分法の提案，交通科学，Vol. 1，pp. 80-81，1990。
- 2) 例えば，第18回土木計画学講習会テキスト：交通ネットワークの最新理論と応用，土木学会計画学研究委員会編，pp. 49-66，1987。