

IV-222 ファジィ所要時間を用いた道路網交通流解析に関する一考察

京都大学工学部 正会員 佐佐木 綱

京都大学工学部 正会員 秋山 孝正

京都大学大学院 学生員 ○部 春福

1. はじめに

現状の道路交通システムにおいては、完全な交通情報の下で意思決定を行うことが困難であるといえる。本研究では交通利用者が所要時間をファジィ数として認知するという形式で経路選択行動を記述する。さらに実用的な側面から道路網交通量配分問題に適用した際の交通フロー分析を行う。

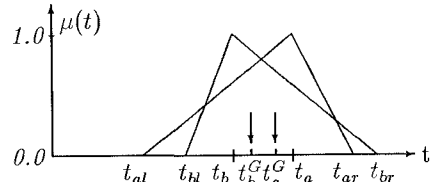


図-1 認知経路所要時間の表現

2. ファジィ所要時間による記述

まず認知所要時間がファジィ数として表されるとする。このとき、メンバシップ関数 $\mu(t)$ の分布形の重心に対応する値を代表値とする¹⁾。すなわち

$$t_a^G = \frac{\int_{t_{al}}^{t_{ar}} t \cdot \mu(t) dt}{\int_{t_{al}}^{t_{ar}} \mu(t) dt} \quad (1)$$

このように代表値を用いて経路所要時間の大小を比較し、選択時の意思決定過程を記述する。

また通常よく用いられている三角型メンバシップ関数と定義すれば図-1に示すようである。ここでファジィ数の左スプレッド t_{al} と右スプレッド t_{ar} をそれぞれ r_a と β_a 、確定的所要時間 t_a を用いて以下のように定義する。

$$t_{al} = (1 - r_a) \cdot t_a, \quad 0 < r_a \leq 1.0, \quad \forall a \in L \quad (2)$$

$$t_{ar} = (1 + \beta_a) \cdot t_a, \quad \beta_a \geq 0.0, \quad \forall a \in L \quad (3)$$

このとき、経路所要時間の代表値 $t_{ijk}^G(x)$ は(4)式になる。

$$t_{ijk}^G(x) = \sum_a \delta_{aijk} \cdot t_a (3 - r_a + \beta_a) / 3 \quad (4)$$

ここで、 L ；リンク a の集合

$\delta_{aijk} = 1$ ；リンク a が経路 k に含まれるとき

$= 0$ ；その他のとき

(4)式で $r = \beta = 0$ のときこの方法は従来の確定的表現（完全情報）と一致することがわかる。また r と β の変化によって、利用者のリンク所要時間に対する各種の認知形状を記述することができる。

3. ファジィ所要時間を用いた利用者均衡問題

(1)定式化 ファジィ経路所要時間を用いてWardropの第1原則に従ったモデル化を考える。この場合に

は従来のクリスプ所要時間関数をファジィ所要時間代表値の関数に変換することで対応することができる²⁾ ((4)式)。

(2)計算手順 計算方法としては確定的利用者均衡問題を解く際に用いられるFrank-Wolfe法と実務的によく利用される増分配分法（IA法）を用いる。ここで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確定的リンク所要時間（修正B. P. R関数） $t_a^{(n)}$ を計算する。

②所与のパラメータ r , β を用いて(4)式によって、経路所要時間の代表値を求める。

(3)数値計算例 本研究で提案した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に示す条件に従って簡単な数値計算を行った。

ここでは表-2のように二つのケースを設定した。ケース1では通常リンク4とリンク8が円滑交通が生じる場合が多く、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。またリンク5は交通障害事象により、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。さらに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とされるリンクである。ケース2ではリンク4, リンク5, リンク8に対してケース1と形状が逆の設定を行っている。

4. 計算結果の検討

上記のように設定したケースに対する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

①表-3より所要時間に対する認知形状によって均衡解は異なることがわかる。これは本表中の均衡解欄のケース1, ケース2の場合のリンクフローと確定的均衡解の場合のリンクフローとの比較によりわかる。またこの変化はケース間の比較によっても明らかである。

②ファジィリンクの影響を受けて近傍のリンクフローの変化は大きい場合がある（たとえば、リンク3, リンク7, リンク9）。

③確定的近似解と比較して表中のIA近似法による結果をみると、各ケースのリンクフローの変化は均衡解の場合と同様な傾向となっているが、数値変化は若干激しい。これはIA法の配分回数にも関係するものと思われる。

(2) 経路フローについて

①表-4よりリンクフローの変化と同様に経路フローも所要時間に対する認知形状によって異なることがわかる。これはファジィ均衡時のケース1, ケース2の経路選択率を確定的均衡時と比較することによってもわかる。

②所要時間に対する認知形状によりODペア間の選択経路も異なる。たとえばファジィ均衡時のケース2に経路4は非選択経路になっている。

③同表中のファジィIA近似法による選択経路および選択率は確定的の場合の結果と異なっている。また所要時間の認知形状により各ケースの選択経路と経路選択率に相違がある。

5. おわりに

これまでの検討によつては以下の点がわかった。

①従来の方法を用いてほとんど同じ手順で表すことができる。②所要時間認知についてのソフトで現実的な現象表現が与えられる。③本研究で提案した方法は確定的所要時間を用いた計算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。

【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) 邵・秋山・佐佐木：ファジィ情報下のネットワーク利用者均衡配分の一方法，交通工学（投稿中）。

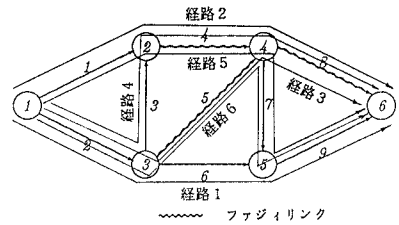


図-2 計算ネットワーク

表-1 OD需要交通量 単位：台

O	D	2	3	4	5	6
1		2000	2000	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	
			r	β	r	β
1	10	6000	クリスプ値 ($r = \beta = 0.0$)			
2	8	11000				
3	3	5000				
4	10	5000	0.6	0.1	0.1	0.6
5	8	5000	0.1	0.6	0.6	0.1
6	15	5000	クリスプ値 ($r = \beta = 0.0$)			
7	5	5000				
8	20	2000	0.6	0.1	0.1	0.6
9	18	2000	クリスプ値($r = \beta = 0.0$)			

表-3 リンクフローとその変化 単位：台

番 号	確定的な場合		ファジィ重心法を用いた場合			
	均 衡 解	IA近 似解	均 衡 解	IA(10回)法近似解	均 衡 解	IA(10回)法近似解
			ケース1	ケース2	ケース1	ケース2
1	5521	6000	5520 (+0%)	5494 (-0%)	6000 (0%)	6000 (0%)
2	10479	10000	10474 (-0%)	10505 (+0%)	10000 (0%)	10000 (0%)
3	310	800	584 (+92%)	84 (-73%)	1000 (+225%)	0 (-100%)
4	3831	4800	4120 (+8%)	3578 (-7%)	5000 (+31%)	4000 (-17%)
5	4431	4200	4166 (-6%)	4693 (+6%)	4200 (0%)	5000 (+19%)
6	3739	3000	3714 (-1%)	3729 (0%)	2800 (-25%)	3000 (0%)
7	1172	1800	1026 (-12%)	1369 (+17%)	1800 (0%)	2200 (+22%)
8	1089	1200	1260 (+16%)	901 (-17%)	1400 (+27%)	800 (-25%)
9	911	800	740 (-19%)	1098 (+21%)	600 (-34%)	1200 (+50%)

表-4 経路選択率 (ODペア①-⑥)

経路 番号	確定的場合		ファジィ重心法の場合			
	均 衡 時	IA 近 似	均 衡 時	IA 近 似	均 衡 時	IA 近 似
			ケース1	ケース2	ケース1	ケース2
1	0.46	0.40	0.37	0.55	0.20	0.30
2	0.34	0.30	0.37	0.31	0.30	0.30
3	0.19	0.20	0.23	0.14	0.30	0.10
4	0.01	----	0.03	----	0.10	----
5	----	0.10	----	----	0.10	----
6	----	----	----	----	----	0.30

注) ----; 非選択経路