

岐阜大学工学部 正会員 秋山 孝正
森本組 川原 徹也

1. はじめに

利用者の経路選択現象を記述するとき、完全情報を仮定すると所要時間は確定値（クリस्प値）で表現される。また利用者の認知所要時間の不確実性を表現するため、所要時間を「ランダム数」（確率変数）と考えた確率的均衡配分法が提案されている。

本研究では、個人の主観的広がり、すなわち曖昧性をもつ数「ファジィ数」を導入する¹⁾。このときファジィ数演算を用いた経路選択の記述方法を紹介するとともに、具体的な交通量配分方法について検討を行う。

2. ファジィ所要時間を用いた経路選択記述

ファジィ所要時間は「〇〇分ぐらい」「約〇〇分」など言語表現に対応するものである。ここでは演算の容易な三角型ファジィ数(Triangular Fuzzy Number)を用いる¹⁾。このファジィ数は（左辺値，中心値，右辺値）で示される三項対 (t_l, t_0, t_r) で定義できる。

ここで、二種類のT.F.N.s、 $A=(a_1, a_2, a_3)$ および $B=(b_1, b_2, b_3)$ があるとする。このときファジィ数の和は「拡張原理」によりつぎのように計算される。

$$\begin{aligned} A(+)B &= (a_1, a_2, a_3)(+)(b_1, b_2, b_3) \\ &= (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3) \end{aligned} \quad (1)$$

これは、ファジィリンク所要時間に拡張計算を行い、ファジィ経路所要時間が算出できることを示している。つぎに、このような状況下での経路選択記述方法（フローインディペンデント）を考える。

本研究では、とくにファジィ数の比較指標である「可能性測度」を利用する²⁾。ここで可能性測度とは、ファジィ数 A, B について「 A が B 以上（ $B \leq A$ ）である可能性の度合い」を示す尺度（測度）である。具体的には、式(2)のように表すことができる。

$$\Pi_A(B) = \sup_x \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \quad (2)$$

三角型ファジィ数の場合には、ファジィ数 B の右辺とファジィ数 A の左辺の交点として求められる。

つぎにOD間の経路選択における「ファジィ目標」について考える。ファジィ目標は事前に設定される各OD間所要時間に対する達成度合を示すものである²⁾。したがって、図-1のように図示される。

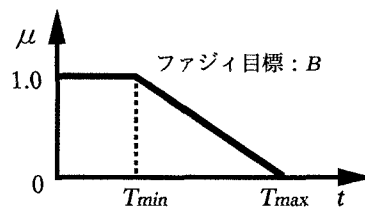


図-1 ファジィ目標

本研究では、このファジィ目標を規定するにあたり、まず各ODごとの所要時間の基準値 T として、各OD間のクリस्पな最短経路所要時間を用いた。この基準値 T に対してファジィ数の左右の広がり（スプレッド）を示すパラメータ a, b によりファジィ目標を決定した。すなわち、 $T_{min}=a \cdot T$ 、 $T_{max}=b \cdot T$ である。また $T_{min}=T_{max}$ のときには、通常の最短経路となる。

このときOD間の所要時間のファジィ目標に対する各経路所要時間（ファジィ数）の可能性値を算出すると「当該経路で目標が達成される」度合いが求められたことになる。このファジィ目標を用いた『可能性法』のアルゴリズムはつぎのようである。

【アルゴリズム】

ステップ1：通常の最短経路探索を実行し、OD間の最短所要時間 T を算出する。これをもとに「ファジィ目標」（すなわち T_{min}, T_{max} ）を決定する。

ステップ2：各ODのファジィ経路所要時間をリンク所

キーワード：交通量配分、ファジィ所要時間、可能性測度、確率的配分、経路選択

連絡先：〒501-11 岐阜市柳戸1-1 岐阜大学工学部土木工学科 TEL 058-293-2443 FAX 058-230-1528

要時間の拡張和 [式(1)]より求める。したがって、

$$\tilde{t}_{path-k} = \tilde{t}_{link-1}^k (+) \tilde{t}_{link-2}^k (+) \cdots (+) \tilde{t}_{link-n}^k \quad (3)$$

ステップ3：つぎに、各経路に対して目標達成程度を示す「可能性指標値」を算出する。すなわち(2)式

$$\Pi_A(B) = \sup_x \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$$

具体的には図-2に示されるように、ファジィ目標と経路所要時間Aの左辺との交点に対する μ 軸上の値 Π が可能性指標値となるで求められる。

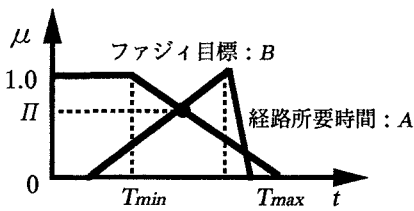


図-2 可能性指標値の算出

ステップ4：可能性値 Π に比例してOD交通量を配分をする。すなわち配分比率は次式のようなである。

$$P_k = \frac{\Pi_k}{\sum_i \Pi_i} \quad (4)$$

3. ファジィ所要時間を用いた交通量配分

つぎにフローディペンデントな交通流に対してファジィ所要時間を用いた均衡配分法を検討する。図-3に例題ネットワーク、表-2にOD表を示す。また各リンクは表-1に示すように、ファジィ所要時間を持っている。このとき比較のため、確定的均衡配分法として「Dijkstra法」を内包したFW法を取りあげる³⁾。また、確率的均衡配分法としては、同様に「Dial法」を内包した逐次平均化法(MSA)を利用する³⁾。

さらに、ファジィ均衡配分法として、経路選択法に『可能性法』を用いた逐次平均化法で計算を行う。

この計算においては、あらかじめ各ODごとの利用可能経路が既知であるとする。すなわち、経路交通量を変数とした交通量配分である。各交通量配分法によって配分されるリンク交通量を表-3に整理した。

ファジィ均衡配分の場合、他の配分法に比べてリンク3の交通量が大きく配分される。これは、経路3のファジィ経路所要時間の左辺値が小さい(中心値より

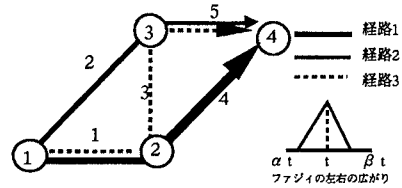


図-3 例題ネットワーク

表-1 リンクデータ

リンクNo.	t	α	β	交通量Q
1	4	0.3	1.2	100
2	5	0.8	1.8	100
3	3	0.8	1.6	100
4	5	0.2	1.1	100
5	4	0.6	1.7	100

表-2 OD交通量

O/D	1	2	3	4
1		100	100	100
2			100	100
3				100
4				

表-3 各種配分法によるリンク配分交通量

リンク	配分法	均衡配分法	ファジィ均衡配分法		
			θ=0.5	a=1.0, b=1.5	a=0.8, b=1.5
リンク1		150	155	191	194
リンク2		150	145	109	106
リンク3		100	103	176	177
リンク4		150	152	115	117
リンク5		150	148	185	183

短い時間に分布している)ためであると考えられる。

この例では各リンクのファジィ所要時間の左辺値の相違から配分交通量の偏りが生じていると考えられる。

4. おわりに

本研究では、ファジィ所要時間にもとづく交通量配分法を提案した。この経路選択記述では、ファジィ目標に対する可能性値として、経路所要時間に対する達成度を表現することができる。またこの方法は、通常のクリスプ均衡配分の自然な拡張となっている。

今後の課題として以下の諸点が挙げられる。

- (1) ここで提案した方法では経路所要時間の右辺値が考慮されないため、その他の指標の利用を検討する。
- (2) 一般的解法とするためリンク変数による定式化が必要である。
- (3) 可能性値の現実的解釈と経路選択比率との関係をさらに検討する必要がある。

参考文献

- 1) Arnord Kaufmann・Madan M.Gupta 共著、田中実夫監訳・松岡浩 訳：ファジィ数学モデル、オーム社、1992。
- 2) 伊藤健・石井博昭：可能性測度によるファジィ最短経路問題の一モデル、日本ファジィ学会誌、Vol. 8, No. 6, pp. 1116-1124, 1996。
- 3) 土木計画学研究委員会：第18回土木計画学講習会テキスト交通ネットワークの分析と計画—最新の理論と応用、土木学会、1987。