

IV-69

ファジィ推論を用いた都市高速道路転換率についての検討

京都大学工学部 正 員 ○秋山 孝正

京都大学工学部 正 員 佐佐木 綱

京都大学大学院 学正員 有倉 陽司

1. はじめに

都市高速道路交通転換現象のモデル化を行うため、ファジィ推論の適用を検討した。ファジィ推論の方法は、ファジィ理論のなかでも応用性の高い代表的な方法と考えられる。本研究は交通転換現象における人間の「行動意志決定」を比較的現実に近い形で記述することを考えた。また実用的交通量推計の見地から、転換率を用いた交通量配分計算を実行した場合の推計精度を考慮し、従来の転換率モデルとの比較検討を行い、モデル改良についても検討する。

2. ファジィ推論によるモデル

(1) 転換率モデル作成の準備

まず転換率モデルの説明変数について、いくつかの研究成果(ファジィ数量化Ⅱ類, AHP手法等の分析結果)を参考とし、時間的要因、料金要因、走行性などの主要な要因を整理し重要性を検討した。

また分析対象を阪神高速道路とし代替可能と考えられる平面街路網を併せて抽出した(ゾーン数:19)。交通量推計の具体的計算には従来の転換率推計プロセスを内包した「分割配分法」を考えている。つまり走行時間関数から各リンク所要時間を求め、平面街路・高速道路のそれぞれの最短経路樹を探索する。つぎに各ODペア間の転換率を推計し、分割されたOD交通量を各リンクに配分するという手順をとる。

(2) 時間比転換率モデル

まず従来から用いられている基本的な転換率表現として、時間比転換率を考えた。時間比は一般には

$$x = (T_h + C/R)/T_s \quad (1)$$

T_h : 高速道路所要時間(min), T_s : 街路所要時間(min), C : 料金(yen), R : 時間評価値(yen/min)

のように表現できる。本研究では「従来型モデル」として、つぎの「阪神高速道路公団の転換率式」

$$y = 1/(1+3x^3) - 0.03 \quad (2)$$

を用いた交通量推計により検討を行うことにした。

(2) 式のような関数式表現は、数値的データを用いるparametricな転換率推計方法であるといえる。

(2) ファジィ推論モデル

ファジィ推論は制御等の分野で用いられるが、簡単に言えば、非線形な関数関係をいくつかのルール形式で表現したものである。従来の時間比・転換率の関係式と同様な意味を持つ判断をファジィ推論によりルール表現すれば以下の様な記述ができる。

R-1: IF x is PS THEN y is PB

R-2: IF x is PM THEN y is PM (3)

R-3: IF x is PB THEN y is PS

x: 時間比, y: 転換率, PB: Positive Big,

PM: Positive Medium, PS: Positive Small

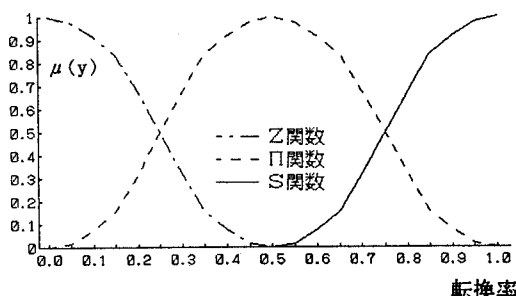


図-1 転換率のメンバシップ関数

推論に用いる各変数のメンバシップ関数は、説明変数である時間比に対しては三角型関数、転換率に対しては非線形関数とした。これらは図-1に示す二次曲線を組み合わせたS・Z・Π関数である。

このモデルは、IF/TEHN形式でファジィ数を含む言語的ルールで表現されており、non-parametricな方法あるいは、heuristicな方法であるといえる。

(3) モデルの検討

転換率の適合性を検討するために、全対象ODペアの中から、転換率を検討するため代表的な20のペアを抽出し適合性を比較検討した。まず実績値と推計値の相関を求めたが、ファジィ推論モデルの説明

力は従来モデルと同程度（相関係数 0.794：従来モデル, 0.748：ファジィ推論モデル）であった。

また転換率推計の傾向として、転換率値の時間比に対する変化がファジィ推論では従来モデルに比して敏感でなく、この結果転換率の小さい場合に若干過大推計、大きい場合に過小推計される傾向が見られた。これらの傾向は、同一モデル構造でもメンバーシップ関数形状等の変更で改良可能と考えられる。

3. モデルの改良

モデル改良を行うため、主として高速道路の料金項の取扱いについての検討を行う。まず所要時間要因として「時間差」を用いる。これは高速道路（有料道路）・街路間の走行便益を所要時間差として表現することに相当する。また前述のモデルの時間比変数（(1)式）では費用要因は時間評価値を用いた換算時間とされていたが、ここでは料金抵抗として「単位距離料金」を変数として用いる。したがって

$$x_1 = T_s - T_h, \quad x_2 = C/l_h \quad (4)$$

l_h : 高速道路利用距離(km)

ここで単位距離料金に関する言語変数値(PB, PM, PS)についてファジィデルファイ法を用いた調査を行い図-2に示すようなメンバーシップ関数を得ており、これらの関数型をモデルの説明変数に適用する。

2変数による改良型モデルとして図-3に示すルール群を用いた転換率推計モデルを作成した。両変数とも3種のカテゴリーを設定しているので、クリスプ推論を前提とする場合には、9種類のルール群の設定が必要であるが、ファジィ推論を用いたことから7ルールとして表現されることがわかる。

この場合の、転換率の実績値・推計値の関係を示したものが図-4である。実績転換率 0.5の付近で若干過大推計となっているが、全体として良好な推計結果を与えている。また前出の各モデルに比べて推計精度は向上しており（相関係数 0.874）、簡単なモデル改良も有効であることがわかった。

4. おわりに

本研究では、都市高速道路の各種問題の解決において重要な経路選択・交通需要推計に用いる転換率の具体的な記述方法とその推計についてファジィ推論を用いた検討を行った。特にこの研究では個人の

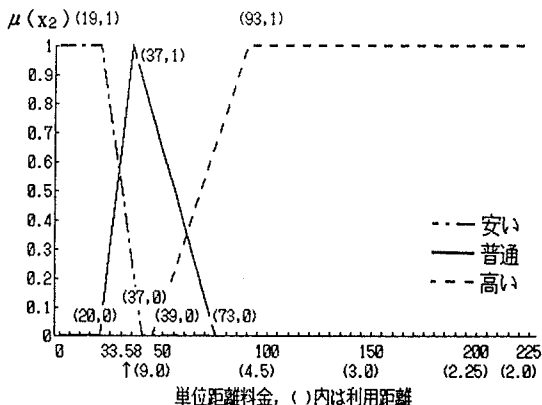


図-2 単位距離料金のメンバーシップ関数

R-1 : IF x_1 is PS	THEN y is PS
R-2 : IF x_1 is PM AND x_2 is PB	THEN y is PS
R-3 : IF x_1 is PM AND x_2 is PM	THEN y is PM
R-4 : IF x_1 is PB AND x_2 is PB	THEN y is PM
R-5 : IF x_1 is PM AND x_2 is PS	THEN y is PB
R-6 : IF x_1 is PB AND x_2 is PB	THEN y is PB
R-7 : IF x_1 is PB AND x_2 is PM	THEN y is PB
[note] x_1 : 時間差, x_2 : 単位距離料金, y : 転換率	

図-3 改良ルール群

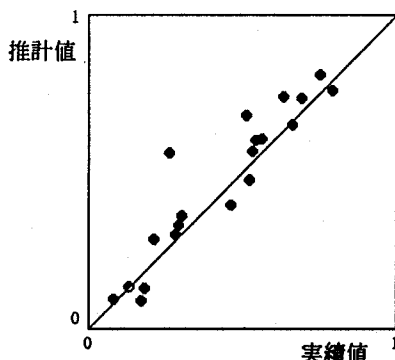


図-4 改良型モデルでの相関図

行動選択時の思考プロセスをファジィ推論としてモデル化することの意義が見いだされた。このような推論構造を持つ転換率モデルは、ルール群の言語的な記述変更という形で、モデル改良が容易に実行できることからその適用性が高いといえる。さらに本稿では言及していないが、時間表価値のファジィ性、料金額変化の影響等が今後検討すべき課題である。