

ファジィ推論型効用関数をもつ二項選択ロジットモデルの作成

岐阜大学大学院 学生員 水谷香織

岐阜大学工学部 正会員 秋山孝正

1. はじめに

本研究では，行動記述に用いられている確率的効用理論に基づくロジットモデル，ファジィ推論等の有機的な結合モデル（ハイブリッドモデル）を提案する．ここでは，具体的な方法として，ロジットモデルの効用関数をファジィ推論により記述するモデルを提案する¹⁾．これより，所要時間，費用等に対する人間の曖昧性を確率的モデルに取入れ，各説明要因と効用の関係を明示的に記述できる．とくに本研究では，簡略ファジィ推論を用いた効用関数記述手法を検討する²⁾．また，遺伝的アルゴリズム（GA）を用いたルールの選定とパラメータ推定について検討する．

2. ファジィロジットモデルの作成

2.1 モデルの概要

ここでは，具体的な交通行動モデル作成のため，自動車と公共交通機関の2項選択問題を取り上げる．具体的モデルとして，線形効用関数をもつロジットモデル（BL）と，簡略ファジィ推論により効用が記述された「ファジィロジットモデル」（FBL）を取り上げる．説明変数は，所要時間，所要費用，自動車免許の有無とした．また分析対象として，第3回中京圏PT調査結果における岐阜市の出勤トリップ（1,597）を考えた．各モデル作成にあたっては，1,278 サンプル（80%）を学習用データとし，319 サンプル（20%）をモデル検証データとする．

2.2 ファジィ推論型効用関数の作成

ファジィロジットモデルは，ファジィ推論型効用関数 Z_{in} を内包するロジットモデルである．選択確率 P_{in} は式(1)で表される．

$$P_{in} = \frac{1}{1 + e^{-\lambda (Z_{in} - Z_{jn})}} \quad (1)$$

i, j: 選択肢番号, λ : バラツキを示す変数(=1)

すなわち上記の Z_{in} がファジィ推論結果として求められる．

ここでは，表-1のように10ルールを作成した．ここで，ルールの判定指標 α （正判断されたサンプルがルールの前件部に反応した（ $\mu > 0$ ）度合い）/（全サンプルが反応した度合い）を定義した．また，メンバシップ関数のパラメータは，図-1のa～gである．はじめに，尤度最大化を目的とし試行錯誤法により各パラメータ決定した．このモデルをFBL0とする．

2.3 遺伝的アルゴリズムによるルール選定とパラメータ推定

一般的に，BLモデルは，NR法等を用いた最尤推定法によるパラメータ推定が行なわれる．離散的な変数をもつ最適化手法としてGAを用いると，FBLモデルについても，最大尤度を目的としたパラメータ推定が実行できる．具体的には，式(2)に示す対数尤度関数Lを目的関数とした．

$$L = \sum_{n=1}^N [y_{in} \log P_{in} + y_{jn} \log P_{jn}] \quad (2)$$

y_{in} : 実績選択結果の場合1，異なる場合：

図-2に示すように，10ルールの選定と7種類のパラメータ値を35ビットの個体（染色体）01001...1010で表現した．ここで，各ルールに1ビットの遺伝子を割り当て，0：不要，1：利用とした．

表-1 簡略ファジィ推論ルール

No.	Items	IF			THEN	
		L	T _c	T _{MT}	UT(C)	UT(MT)
1	Car Licence	ZE			NVB	
2	Car Licence	AV			CONS	
3	Travel Time of Car		PS		PB	
4	Travel Time of Car		PB		NB	
5	Travel Time of Mass Transit			PS		PB
6	Travel Time of Mass Transit			PB		NB
7	Travel Cost of Car		PS		PB	
8	Travel Cost of Car		PB		NB	
9	Travel Cost of Mass Transit			PS		PB
10	Travel Cost of Mass Transit			PB		NB

C: Car, MT: Mass Transit, L: Car Licence, T: Travel Time, UT: Utility
NVB: Negative Very Big, ZE: Zero (=0), AV: Available (=1)
NB: Negative Big, PB: Positive Big, CONS: Constant

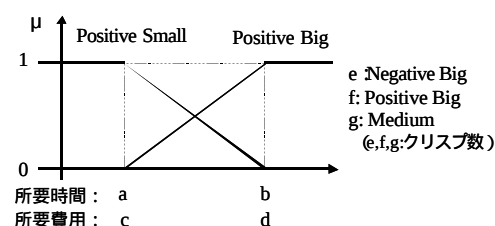


図-1 メンバシップ関数とパラメータ

キーワード：個人行動モデル，交通機関選択，効用関数，ファジィ推論，遺伝的アルゴリズム

連絡先：〒501-1193 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

また、パラメータ $a \sim d$ に関しては、4 ビットの遺伝子により二進法表記された値 k 、最小値 m 、刻み幅 w （所要時間は 5 分、所要費用は 30 円）を用いて、 $a = m + k \times w$ のように表記する。また、パラメータ $e \sim g$ に関しては、3 ビットの遺伝子により二進法表記した。各設定変数は、個体数:50、淘汰率:0.4、交差率:0.4、突然変異率:0.4である。500 世代までの計算を行い、20 回の試行で最大の値となるものを解とした（FBL1）。

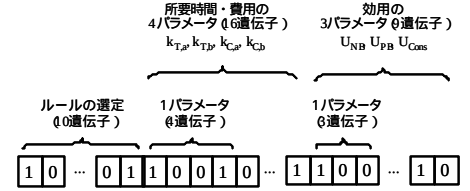


図 - 2 染色体内の遺伝子一次元配列

3. ファジロジットモデルの適用性

3. 1 推計精度

推計結果を表 - 2 にまとめる。ここで、考察を行うために、FBL1 の対数尤度値に次ぐ対数尤度値をもつ FBL モデルを FBL 2，FBL 3とした。FBL0 と FBL1 は同程度の推計精度である。これより、少ないルール数で交通行動を記述することが可能であることがわかる。また選定されたルールは、交通行動の重要な因果関係を示していると思われる。たとえば、ルール 5，6 より、「公共交通機関の所要時間が非常に短いとき公共交通機関に対する効用は大きい」「所要時間が非常に長いときに負の効用がある」とはいえない」ことがわかる。

3. 2 効用曲面についての検討

効用関数の形状と簡略ファジ推論ルール群との関係进行分析するため、各モデルの公共交通機関に対する効用曲面を図 - 3 に示す。これより、FBL モデルでは効用が逡減することがわかる。また、ルール選定により効用曲面の一部が簡略化されている。たとえば、FBL 1，FBL2 では、ルール 6 が無効になったことにより、所要時間が 2 時間を越える場合の所要費用と効用の関係が、比例関係（FBL0，FBL3）から、効用が所要費用 200 円前後で大きく変化する（FBL 1，FBL2）というように簡略化されている。これは、所要時間が 2 時間を越える場合、所要費用を多少変化させても選択に影響を及ぼさないことを意味している。

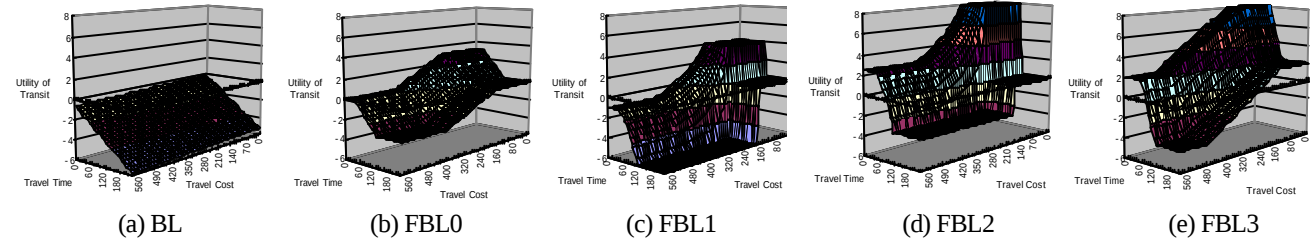


図 - 3 効用曲面

4. おわりに

本研究では、簡略ファジ推論を用いた効用に基づく交通機関選択ロジットモデルを作成した。とくに、ルール選定とパラメータ推定に GA を導入し、モデル作成の効率化を図っている。ここでは、同様な推計精度を保ちながら、ルールを減少させることが可能であることがわかった。また、選定されたルールを分析することにより、交通行動の根源的分析が可能になると思われる。

今後の課題として、推論ルールに関する知識獲得方法の検討、各種の交通選択問題への応用方法の検討、TDM 等の交通政策評価への応用の 3 点が挙げられる。

なお本研究は平成 10・11 年度科学研究費基盤研究 (c) (2) 10650524 の成果の一部であることを付記する。

【参考文献】

- 1) Kaori Mizutani and Takamasa Akiyama: A Logit Model For Modal Choice With a Fuzzy Logic Utility Function, the 2nd International Conference on Traffic and Transportation Studies, 2000 (Forthcoming).
- 2) 水谷香織，秋山孝正：ファジ推論型効用関数をもつ交通機関選択モデルの作成，第 7 回ファジ建築土木応用シンポジウム講演論文集，pp.39-46，2000。