2001年度日本オペレーションズ・リサーチ学会
春季研究発表会

CATVサービスのコンジョイント分析

01001600 成蹊大学 上田 徹 UEDA Tohru

1．まえがき

コンジョイント分析では選好順位と効用関数の値の間に単調関係が成立するよう効用関数のパラメタを調整する。しかし、単調関係が容易に見いだせないような選好順位データも存在する。そのような場合には単調関係のずれを評価する尺度を設け、一定の範囲に収まっていれば許容するという立場とパラメタ数を増やすことで単調関係を満たそうとする立場とがある。ここでは、後者の立場に立ち、パラメタ自身があいまいさを持つとしてパラメタをファジィ数とする方法[1]を表1に示すCATVサービスに適用し、その有効性について検討する。

表1　CATVサービスの属性

コース	VOD	TOD	音楽通販	月額基本料
A	○	○	○	¥7,800
B	○	○	×	¥6,700
C	○	×	○	¥6,000
D	×	○	○	¥6,000
E	○	×	×	¥5,000
F	×	○	×	¥5,000
G	×	×	○	¥4,300
H	×	×	×	¥3,000

2．分析法の概要

N個の属性は質的変数（カテゴリカル・データ）で表現され，M個の属性は量的変数で表現される場合を考える．属性j はn_j 個のカテゴリを持つものとする．選択対象iの全体効用は

$$U_i = \sum_{j=1}^{N}\sum_{k=1}^{n_j} a_{jk}\delta_{jk}(i) + \sum_{h=1}^{M} b_h x_h(i) \tag{1}$$

で与えられるものとすると、部分効用は

$$1 \leqq j \leqq N \quad \text{では} \quad u_{ij} = \sum_{k=1}^{n_j} a_{jk}\delta_{jk}(i) \tag{2}$$

$$N+1 \leqq j \leqq N+M \quad \text{では} \quad u_{ij} = b_{j-N} x_{j-N}(i) \tag{3}$$

である．ただし，

$\delta_{jk}(i) = 1$：対象iは属性jの分類kに属する

0：その他

$x_h(i)$：対象iの属性hの値

である．部分効用を求めることはパラメタ$Y=(a_{11}, a_{12}, \ldots, b_1, \ldots, b_M)$を求めることである．

対象iが選好順位の順に並べられているとすると，全体効用に関しては

$$U_i > U_h \ (i < h)$$

であってほしい．ここでは，U_i とU_h の順位が逆転しているとき，それはパラメタYのあいまいさに起因していると考える．すなわち，a_{jk}，b_h は確定値（通常数）ではなく，下限値を$(\alpha_{jk} - c_{jk})$，上限値を$(\alpha_{jk} + d_{jk})$，モードをα_{jk}とする三角型ファジィ数$(\alpha_{jk} - c_{jk}, \alpha_{jk}, \alpha_{jk} + d_{jk})$であると考える．このとき，隣り合う対象の効用差$V_i = U_i - U_{i+1}$も三角型ファジィ数$(v_{i1}, v_{i2}, v_{i3})$で与えられる．$V_i > 0$を，ファジィ数の場合にどのように捕らえるかが問題である．いろいろな定式化が考えられる[1]が、ここでは以下のような線形計画問題に定式化した。

［目的関数］

$$p - \sum_{i=1}^{n-1} s_i - \sum_{j=1}^{m}(c_j + d_j) \quad \text{の最大化} \tag{4}$$

［制約］

$$v_{i1} - s_i = p \ ; s_i \geq 0 \ (i = 1,2,\ldots n-1) \tag{5}$$

$$R(\tilde{U}_1, 0) = 1 \ ; \ R(\tilde{U}_n, 0) = 0 \tag{6}$$

$$\alpha_{jk}, c_{jk}, d_{jk} \geq 0 \tag{7}$$

$$\alpha_j \geq c_j \tag{8}$$

ただし、$\tilde{U}_i$はU_iのファジィ数表現であり、$R(\tilde{U}_i, 0)$はファジィ数$\tilde{U}_i$の代表通常数（0に関するリムーバル）である。また、ファジィ数$\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$の代表通常数は$(a_1 + 2a_2 + a_3)/4$である[2]。

表1に示したサービスの場合には定性的に最悪であると言えるサービスはない。そこで式(6)を満たすために、表1のサービスでは定数項eを追加し、

$$U_i = e + \sum_{j=1}^{m} a_j x_j(i) \tag{9}$$

$$R(\tilde{U}_i,0)=e+\sum_{j=1}^{4}(4\alpha_j-c_j+d_j)x_j(i)/4 \quad (10)$$

とした。ここで、j=1,2,3に対して

$x_j(i)$=1：サービスi が第j 属性を持つとき

0：その他

$$x_4(i)=-1.04656\log_e price(i)+9.379 \quad (11)$$

$price(i)$：サービスi の月額基本料

である。

3. MONANOVAとの比較

回答数160のうち69件については回答がほぼ再現された。残り91件（同一回答を除くと78件）のうち34件で節2で述べた方法(F法)が有効であった。

表2　得られた順位の比較

	回答1			回答2			回答10		
	An	M	F	An	M	F	An	M	F
A	3	2	1	7	8	7	3	2	2
B	4	4	1	5	5	5	6	6	6
C	1	1	1	6	6	6	4	3	2
D	6	7	5	8	7	8	7	7	7
E	2	3	1	2	2	2	2	4	2
F	8	8	5	4	4	4	8	8	7
G	5	5	5	3	3	3	5	5	5
H	7	6	5	1	1	1	1	1	1

An:回答、M:MONANOVA、F:本論文

表2に上記34件についての代表的な結果の相違を示す。回答1ではMONANOVAの場合、2位と3位、6位と7位が逆転しているのに対し、F法（本論文の方法）の場合には同順位を許して順序逆転が起きないようにしている。回答2ではF法は順位を再現している。回答10では2位、3位、4位で逆転しているのに対し、F法の場合には同順位を許して順序逆転が起きないようにしているが、7位と8位も同順位になってしまった。

4. パラメタの追加

式(9)の効用関数で説明しきれなかったものに対してパラメタを増やして解決を図ることにする。たとえばサービスAは料金以外すべてよい属性を備えているという他のサービスにない特徴を備えている。他のサービスについてもそのサービスであるがゆえの利点を持っているかもしれない。また、相乗効果や複数のサービスを特に持ち上げることなども考えられる。ここでは次のようなパラメタの追加を試みた。

$$U_i=e+\sum_{j=1}^{4}a_j x_j(i)+\xi_1 p_k\delta_k(i)$$
$$+\xi_2 q_h\delta_h(i)+\xi_3 s_m\delta_m(i)x_4(i) \quad (12)$$
$$k,h,m\in\{A,B,\dots H\}\wedge k\neq h \quad (13)$$
$$\xi_1,\xi_2,\xi_3\in\{0,1\}\wedge\xi_1\neq\xi_3\wedge\xi_1\geq\xi_2 \quad (14)$$
$$p_k,q_h,s_m\geq 0 \quad (15)$$

表3　式(12)による成功数

ξ_iの値あるいは特徴	成功数
$\xi_1=1,\ \xi_2=\xi_3=0$	35
$\xi_1=\xi_2=1,\ \xi_3=0$	4
$\xi_1=\xi_2=0,\ \xi_3=1$	3
$x_4(i)=-price(i)^{0.5}$	2

5. 結果と考察

式(11)の変更と式(12)によりすべての回答に対応する効用関数が求められた。しかし、このようにパラメタを追加すると、回答全体としての意見の集約には注意しなければならない。式(15)の制約により式(9)のa_jよりは式(12)のa_jの方が小さめに出ると考えられるので、a_jを単純にすべての回答について加算したものを属性jの重視度と考えてよいと思っている。

謝辞　表3は成蹊大学　岩崎圭君によって計算された。ここに謝意を表する。

<参考文献>

[1] 上田 徹：「コンジョイント分析における曖昧な回答の扱い方」、オペレーションズ・リサーチ、1999年9月号

[2] Kaufmann, A. and Gupta, M.M.著，田中・松岡訳：ファジィ数理と応用，オーム社 (1992).