

嗜好のファジィモデルの 実験による検証†

北島 宗雄* 宇津木 明男*

本論文では、嗜好のファジィモデル(モデル)を検証するために行なった心理評定実験の結果について述べる。嗜好のモデルでは、モノに対して抱かれる好き・嫌い感情の強度が、モノを構成する要素に対してなされる、熟知度、魅力度、非魅力度(嗜好変数)の評価を統合して計算される。統合には補償作用を考慮したファジィ集合の結合が用いられ、要素評価と嗜好感情の強度は5個の補償パラメタで関連づけられる。

実験では、部屋のコンピュータ・グラフィックス画像を呈示刺激として、被験者に天井、壁、床について嗜好変数との適合度を評価させる。また、同時に、部屋全体の好き、嫌い、及び、全体的な印象を表わす形容詞に対する評価を行なわせる。部屋の部分に対する評価は嗜好のモデルによるあてはめに、また、全体印象形容詞の評価は標準的な回帰モデルによる分析に用いられる。

8人の被験者に48種類の刺激を呈示して収集された評定データに嗜好のモデルをあてはめた結果、部分評価が一貫している被験者の反応データは、標準的なモデルを適用した場合と比べて、それほど劣ることなく説明されることがわかった。また、パラメタによって個人の統合特性を表現できる可能性があることが示唆される。

キーワード：嗜好感情、嗜好の計算モデル、心理実験、ファジィ集合の統合、結合モデル

1. はじめに

筆者らは、モノに対する嗜好感情の強度を計算する方法として嗜好のファジィモデル(モデル)を提案しているが[1]、次に行なうべき課題として、心理評価実験を通じてモデルの妥当性を検証することが残されていた。本論文では、そのために行なった予備的な実験の結果について報告する。

嗜好のモデルは、モノの構成要素に対する評価と、総合的な嗜好評価を5つのパラメタを用いて関連づけるモデルである。従って、モデルを検証するためには、呈示された刺激に対して被験者が与える部分評価と嗜好評価の関係をうまく説明できるパラメタが存在することを示すことが必要とされる。

ここで重要なことは、収集されたデータの質がよいということであるが、それをチェックをするために、従来から嗜好感情の構造を探るために行なわれている典型的な心理実験を並列に実施し、その解析結果を参照することにした。従来の実験図式として、例えば、

全体的な印象に関するいくつかの形容詞のなかに好き・嫌いを含め、これらの言葉の間の関係として嗜好感情の構造を捉えようとするSD法[2]が参考になる。被験者は呈示された刺激を形容詞尺度上で評価する。そして、得られた結果は主成分分析などのデータ解析の手法を用いて分析される。なお、SD法では、通常、対になった形容詞を両極にもつ評定尺度が用いられるが、本実験では他の評価項目(部分評価項目)との一貫性を重視して単一の形容詞を評定尺度としている。

今回の実験では、各被験者に部屋のコンピュータ・グラフィックス画像を呈示し、全体的な印象に関する評価項目、部屋の構成要素に関する部分評価項目、及び、嗜好に関する評価項目を5段階で評価させる。部分評価と嗜好評価の結果は嗜好のモデルのパラメタを推定するために用いられ、全体印象評価と嗜好評価の結果は従来の線形回帰モデルによる分析を行なうために用いられる。

以下、嗜好のモデルの概略についてまず述べ、続いて、実験の概要、実験結果、考察の順に述べていく。

† Validation of the Fuzzy Model of Attraction Emotions
Muneo KITAJIMA and Akio UTSUGI

* 製品科学研究所基礎人間工学部心理情報工学課
Psycho-Informatics Division, Human Factors Research
Department

2. 嗜好モデル

嗜好モデル [1] は以下のような特徴を持つ。

- (1) モデルの枠組は、感情の認知構造理論 [3] に基づいており、嗜好(好き, 嫌い)の強度が、熟知度, 魅力度, 非魅力度の3個の嗜好変数との関係でとらえられるような、活動伝播ネットワーク型の評価機構によって構成されている。
- (2) モデルを表現する基底としてモノを形作る際の基本要素となる設計要素を用いている。
- (3) 評価機構モデルは設計要素, 嗜好変数, 嗜好の3層から構成される。この評価機構において、嗜好変数の活動値は、設計要素に関して与えられる評価値を統合することにより、また、嗜好の強度は嗜好変数の活動値を統合することにより計算される。
- (4) 評価過程をファジィ集合論的にとらえ、嗜好の強度をファジィ集合が統合された結果として得られるメンバーシップ値に関連づけている。

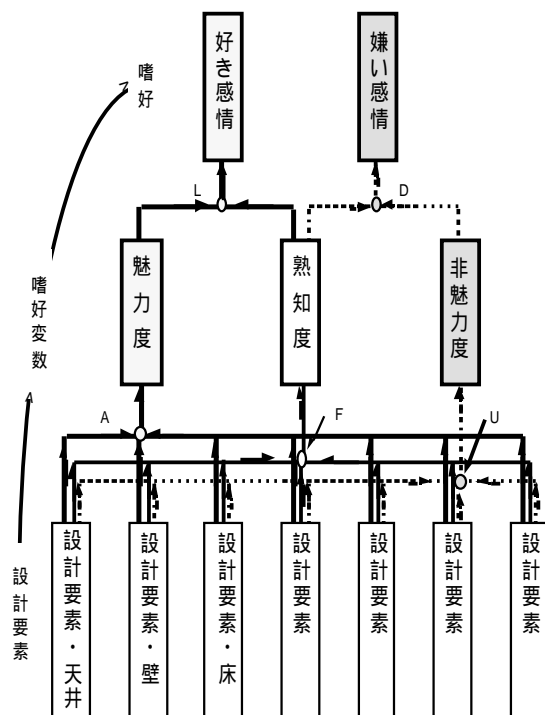


図1. 嗜好のファジィモデルの構造

- (5) 統合方式としてモデル [4][5] を採用し、5

個の補償パラメタによって「好き」「嫌い」ファジィ集合のメンバーシップ値が計算される。

以上のモデルを図1に従って説明する。個々の設計要素に対する熟知度, 魅力度, 非魅力度に関する評価値(最下層)はパラメタ

F, A, U により統合され、総合的な熟知度, 魅力度, 非魅力度が計算される(中間層)。さらに熟知度と魅力度はパラメタ L により統合され好き感情の強度が、また、熟知度と非魅力度はパラメタ D により統合され嫌い感情の強度が計算される(最上層)。

今回の実験では設計要素として、天井, 壁, 床を考えているので、嗜好感情の強度は以下のように計算される。

$$\begin{aligned} \mu_{\text{魅力度}} &= \left(\begin{matrix} \mu_{\text{魅力度}} \\ \{ \text{天井, 壁, 床} \} \end{matrix} \right)^{1-A} \\ &\times \left(1 - \begin{matrix} (1 - \mu_{\text{魅力度}}) \\ \{ \text{天井, 壁, 床} \} \end{matrix} \right)^A \\ \mu_{\text{非魅力度}} &= \left(\begin{matrix} \mu_{\text{非魅力度}} \\ \{ \text{天井, 壁, 床} \} \end{matrix} \right)^{1-U} \\ &\times \left(1 - \begin{matrix} (1 - \mu_{\text{非魅力度}}) \\ \{ \text{天井, 壁, 床} \} \end{matrix} \right)^U \\ \mu_{\text{熟知度}} &= \left(\begin{matrix} \mu_{\text{熟知度}} \\ \{ \text{天井, 壁, 床} \} \end{matrix} \right)^{1-F} \\ &\times \left(1 - \begin{matrix} (1 - \mu_{\text{熟知度}}) \\ \{ \text{天井, 壁, 床} \} \end{matrix} \right)^F \\ \mu_{\text{好き}} &= \left(\begin{matrix} \mu \\ \{ \text{熟知度, 魅力度} \} \end{matrix} \right)^{1-L} \\ &\times \left(1 - \begin{matrix} (1 - \mu) \\ \{ \text{熟知度, 魅力度} \} \end{matrix} \right)^L \\ \mu_{\text{嫌い}} &= \left(\begin{matrix} \mu \\ \{ \text{熟知度, 非魅力度} \} \end{matrix} \right)^{1-D} \\ &\times \left(1 - \begin{matrix} (1 - \mu) \\ \{ \text{熟知度, 非魅力度} \} \end{matrix} \right)^D \\ &\dots (1) \end{aligned}$$

3. 実験

3.1 実験の概要

各被験者には部屋のコンピュータ・グラフィックス画像がフルカラーディスプレイ上に1つずつランダムに呈示される。刺激は合計48種類あり、天井2種類、壁6種類、床4種類の組み合わせで構成されている。被験者は、各刺激に対して、全体的な印象に関する評価項目(7項目)、部分評価項目(9項目)、及び、嗜好の評価項目(2項目)を5段階(0~4)で評価する。

3.2 呈示刺激

刺激画像はワークステーションにインプリメントされたコンピュータ・グラフィックス作成ツールWavefrontを用いて作成された。刺激対象として空き部屋を選び、まず、天井、壁、床のそれぞれを作成し、その組み合わせとして、部屋の画像を構成した。部屋の形状は直方体であり、被験者が手前の壁面に背を向けて立ち部屋を観察する場面を想定した。従って、ディスプレイには、天井、床、前方と左右の壁面が表示される。各部分は、表1に示したように、色とテクスチャの組み合わせで作成されている。

表1：刺激作成に用いられた設計要素

設計要素	色	テクスチャ
天井	2.5Y9/2	砂地
	5G9/1	砂地
壁	2.5Y9/2	砂地
	2.5Y9/2	松の木目
	5G9/1	砂地
	5G9/1	松の木目
	7.5R8/2	砂地
7.5R8/2	松の木目	
床	2.5Y9/2	砂地
	2.5Y9/2	松の木目
	5GY9/1	砂地
	7.5R8/2	砂地

なお、色は刺激作成時に参照のために用いたマンセル色票の値により示されている。元々、発色光であるディスプレイ上の色を、

反射面の色を示すマンセル記法によって表わすのは不可能であるが、正確な色の種類は本実験では本質的ではないので、参考のために示した。

3.3 計測実験装置

刺激の呈示、反応の収集は計測実験装置[6]を用いて自動的に行われた。計測実験装置は、制御部、刺激表示・反応収集部、刺激画像貯蔵部によって構成される。制御部にはワークステーション (SONY NWS-3860) が使われ、UNIX/X-Window 上で実験制御プログラムが動かされる。刺激表示・反応収集部にはフルカラーX端末(JCC FX17, 画面サイズ17インチ, 同時1670万色表示) が使われた。制御部と刺激表示・反応収集部はイーサネットで連結されている。刺激画像貯蔵部はMOディスクとMOディスクドライブ(SONY NWP-559) からなる。

実験制御プログラムは指定されたスケジュールでインストラクション、刺激の呈示、反応の収集、休憩・終了の指示を行う。計測時には、刺激画像が刺激画像貯蔵部から読み込まれ、刺激表示・反応収集部のディスプレイの左上方に表示される。同時に、評価項目のスケールが右側に縦一列で表示される。被験者は、マウスを使って各評価項目に対する評価値を入力するが、その反応は、自動的に計算機内に記録される。次のステージへの移行は、評価項目スケールの下にある「次へ」のボタンをマウスでポイントしクリックすることによって行なわれる。

3.4 被験者

被験者は8人(男3人, 女5人)、年齢は20~44歳(メジアン: 21歳)、計測時間は53分~1時間43分(メジアン: 1時間4分)であった。

3.5 評価項目

評価項目は、9個の全体評価項目(全体印象評価と嗜好評価)と9個の部分評価項目からなる。

全体評価にはデザイン評価に使われる代表的な9つの形容詞を用い、あてはまりの度合いを5段階で評価してもらう。また、嗜好のファ

ジイモデルに必要な、熟知度、魅力度、非魅力度を、設計要素(天井、壁、床)のそれぞれについて同様に5段階で評価してもらう。

常に、全体評価項目の後に、部分評価項目が続く。全体評価項目は被験者ごとにランダムに呈示される。また、部分評価項目は設計要素ごとにまとめて、設計要素の順序、評価項目の順序は被験者ごとにランダムに変えて呈示される。評価項目の呈示例を表2に示した。

表2：評価項目の呈示例

評価項目	備考
やわらかい	全体印象評価項目
かたい	
落ち着きのある	
暖かい	
冷たい	
澄んでいる	
にごっている	嗜好評価項目
好き	
きらい	部分評価項目
天井に魅力がある	
天井に魅力がない	
天井に馴染みがある	
壁に魅力がある	
壁に魅力がない	
壁に馴染みがある	
床に魅力がある	
床に魅力がない	
床に馴染みがある	

3.6 実験の手続き

まず、被験者に実験の概要を説明し、48個の刺激画像を全て見てもらう。次に、画面にインストラクションが表示される。インストラクションは、

今から部屋の評価実験を行います。コンピュータ・グラフィックスで作られた部屋の内装が表示されますので、いくつかの言葉でイメージを評価してください。判断はじっくりと考えず、直感的に行ってください。準備ができたら、「次へ」のボタンを押してください。

という文章である。

被験者が実験の意図を理解したと判断され

たら実験を開始する。連続して24個の刺激を評価した後、約5分間休憩する。続いて残りの24個の刺激を評価し、実験を終了する。実験終了後、名前、年齢、感想を所定の記録用紙に記入してもらう。

4. 結果

4.1 全体印象に基づく嗜好評価

7種類の全体印象に係わる形容詞に対する反応に対して主成分分析を行ない主成分をいくつか取りだし、それを説明変数として嗜好評価を予測する回帰分析を行なった。表3に、誤差の不偏分散の平方根

($\frac{\text{回帰モデル}}{L}$, $\frac{\text{回帰モデル}}{D}$), 決定係数(R^2), F比を被験者毎に求めた結果を示す。なお、上段は「好き」を回帰した場合、下段は「嫌い」を回帰した場合である。

なお、刺激 i に対する被験者の好き、嫌いの評定値を $r_{\text{好き}}^i$, $r_{\text{嫌い}}^i$, 回帰モデルの推定値を $\hat{r}_{\text{好き}}^i$, $\hat{r}_{\text{嫌い}}^i$ とすると、誤差の不偏分散の平方根, $\frac{\text{回帰モデル}}{L}$, $\frac{\text{回帰モデル}}{D}$ は、誤差, $e_{\text{好き}}^i$, $e_{\text{嫌い}}^i$, その平均値, $\bar{e}_{\text{好き}}$, $\bar{e}_{\text{嫌い}}$ を用いて、次のように表わされる。

$$\begin{aligned} \frac{\text{回帰モデル}}{L} &= \sqrt{\frac{1}{47} \sum_{i=1}^{48} (e_{\text{好き}}^i - \bar{e}_{\text{好き}})^2} \\ e_{\text{好き}}^i &= r_{\text{好き}}^i - \hat{r}_{\text{好き}}^i, \\ \bar{e}_{\text{好き}} &= \frac{1}{48} \sum_{i=1}^{48} e_{\text{好き}}^i \\ \frac{\text{回帰モデル}}{D} &= \sqrt{\frac{1}{47} \sum_{i=1}^{48} (e_{\text{嫌い}}^i - \bar{e}_{\text{嫌い}})^2} \\ e_{\text{嫌い}}^i &= r_{\text{嫌い}}^i - \hat{r}_{\text{嫌い}}^i, \\ \bar{e}_{\text{嫌い}} &= \frac{1}{48} \sum_{i=1}^{48} e_{\text{嫌い}}^i \end{aligned}$$

表3：全体印象形容詞による回帰分析の結果

(上段：好き，下段：嫌い，** 0.01)

被験者	上段: 帰帰モデル	R ² (%)	F比
	下段: 帰帰モデル D		
1	1.455	15.6	1.55
	1.396	11.5	1.09
2	0.700	74.9	67.2**
	0.800	63.9	39.8**
3	0.551	64.8	19.8**
	0.825	64.8	11.3**
4	0.827	46.3	9.28**
	0.898	49.2	10.4**
5	0.904	63.4	25.4**
	1.168	54.1	17.3**
6	0.686	73.3	29.6**
	0.632	79.7	42.2**
7	0.634	71.7	37.1**
	0.822	62.9	24.9**
8	0.526	80.0	42.9**
	0.706	70.7	26.0**

4.2 部分評価に基づく嗜好評価

刺激は，2種類の天井，6種類の壁，4種類の床の組み合わせで構成されているので，被験者は同一の天井に対して24回，同一の壁に対して8回，同一の床に対して12回，繰り返して評価を行なっている．前述の (1) 式を用いて $\mu_{好き}^i$ ， $\mu_{嫌い}^i$ を計算する際には， μ ，魅力度， μ ，非魅力度， μ ，熟知度 (天井，壁，床)の値が必要になるが，今回は，繰り返し呈示される部分の評価値の平均をまず最初に計算し，その値を用いて以降の計算を行なった．

表4は，被験者毎にモデルとの誤差を最小にするパラメタ，F，A，L，U，Dを，0.0，1.0に対して，0.1刻みで全ての組み合わせについて探索した結果を示している．「好き」の平均誤差 $L_{モデル}$ は F，A，Lに，また，「嫌い」の平均誤差 $D_{モデル}$ は F，U，Dに依存するので， $L_{モデル} + D_{モデル}$ を最小とするようなパラメタの組を最適解とし，表に示した．なお，パラメタ推定に当たっては，実験によって得られた「好き」「嫌い」評定値の範囲と，モデルが予測する値の範囲をそ

表4：モデルによる分析結果(上段：好き，下段：嫌い)

被験者	モデル L	F	A	L	U	D
	モデル D	F	-	-	-	-
1	1.341	0.2	0.8	1.0	-	-
	1.470	0.2	-	-	1.0	0.4
2	1.075	0.0	0.8	1.0	-	-
	1.021	0.0	-	-	0.7	1.0
3	0.770	1.0	0.1	0.4	-	-
	1.005	1.0	-	-	1.0	0.0
4	1.584	1.0	0.0	0.0	-	-
	1.205	1.0	-	-	0.9	0.9
5	1.078	1.0	0.8	0.1	-	-
	1.335	1.0	-	-	0.0	0.4
6	1.180	0.6	0.0	0.0	-	-
	1.398	0.6	-	-	0.9	1.0
7	0.923	0.1	0.8	0.0	-	-
	0.941	0.1	-	-	0.8	0.0
8	0.943	0.6	1.0	0.4	-	-
	0.978	0.6	-	-	0.2	0.0

ろえるための変換を，以下のような手続きによって行なっている．

刺激 i に対する被験者の好き，嫌いの評定値を $r_{好き}^i$ ， $r_{嫌い}^i$ ，また，(1) 式により計算される値を $\mu_{好き}^i$ ， $\mu_{嫌い}^i$ とする．このとき，刺激にわたっての，それぞれの最大値，最小値を $r_{好き}^{max}$ ， $r_{好き}^{min}$ ， $r_{嫌い}^{max}$ ， $r_{嫌い}^{min}$ ， $\mu_{好き}^{max}$ ， $\mu_{好き}^{min}$ ， $\mu_{嫌い}^{max}$ ， $\mu_{嫌い}^{min}$ とすると，モデルの推定値， $\hat{r}_{好き}^i$ ， $\hat{r}_{嫌い}^i$ は，

$$\hat{r}_{好き}^i = \frac{r_{好き}^{max} - r_{好き}^{min}}{\mu_{好き}^{max} - \mu_{好き}^{min}} \times (\mu_{好き}^i - \mu_{好き}^{min}) + r_{好き}^{min}$$

$$\hat{r}_{嫌い}^i = \frac{r_{嫌い}^{max} - r_{嫌い}^{min}}{\mu_{嫌い}^{max} - \mu_{嫌い}^{min}} \times (\mu_{嫌い}^i - \mu_{嫌い}^{min}) + r_{嫌い}^{min}$$

により計算される．これから，平均誤差は，

$$L_{モデル} = \sqrt{\frac{1}{48} \sum_{i=1}^{48} (r_{好き}^i - \hat{r}_{好き}^i)^2}$$

$$D_{モデル} = \sqrt{\frac{1}{48} \sum_{i=1}^{48} (r_{嫌い}^i - \hat{r}_{嫌い}^i)^2}$$

により計算される．

5. 考察

まず、あてはまりのよさを全体印象に基づく嗜好評価の場合(回帰モデル)について検討する。表3において、F比、および R^2 をみると、被験者1の嗜好に関する評価を全体印象評価の主成分で回帰することは適当でないことがわかる。従って、被験者1の評価は、分析から除外するのが適当と考えられる。他の、被験者については、あてはまりについてはパラツキがあるものの、主成分により46%から80%の分散を説明できており、考察の対象としてよいと考えられる。

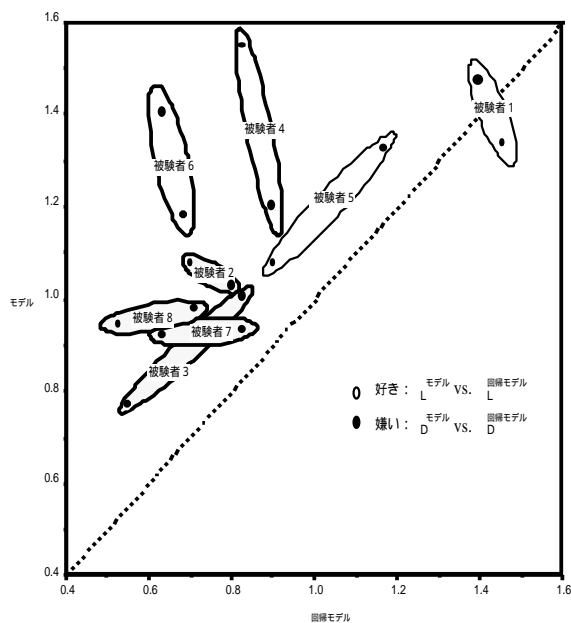


図2.回帰モデル(全体印象評価に基づく嗜好評価)とモデル部分評価に基づく嗜好評価の平均誤差の散布図

次に、部分評価に基づく嗜好評価の場合(モデル)のあてはまりのよさを検討する。図2は回帰モデル、モデルのそれぞれを適用した場合の被験者毎の誤差の散布図である。どの被験者をとってみてもモデルを適用するときに、全体印象に基づく評価の場合よりも悪い値となっているが、大雑把に言って、
グループ1: どちらの場合もあてはまりの悪い被験者(1, 5),
グループ2: 回帰モデルではよいあてはまりを

示すものの、モデルにおいてあてはまりの悪い被験者(4, 6),

グループ3: どちらもよい被験者(2, 3, 7, 8)

の3グループに分類できることがわかる。

表5: 独立性検定

(* 0.05, ** 0.01; 下段は自由度(df))

被験者	天井			壁			床		
	A	U	F	A	U	F	A	U	F
1	3.2 (4)	1.3 (2)	3.6 (4)	46.7** (15)	25.7** (10)	33.0* (20)	23.3* (12)	16.6* (12)	20.6 (12)
2	5.2 (3)	5.2 (3)	1.8 (3)	31.3 (20)	31.3 (20)	33.8* (20)	45.2** (12)	33.8** (12)	59.7** (12)
3	20.7** (2)	24.9** (3)	7.2 (3)	59.6** (15)	21.2* (10)	79.9** (20)	76.6** (12)	51.2** (12)	100.7** (12)
4	5.9 (4)	3.0 (4)	2.6 (4)	22.2 (20)	15.3 (20)	38.4** (20)	26.3** (12)	17.2 (12)	22.5* (12)
5	27.5** (4)	26.0** (4)	20.4** (4)	78.9** (20)	53.2** (20)	55.3** (20)	8.5 (12)	16.3 (12)	30.3** (12)
6	5.4 (3)	2.6 (4)	15.0** (3)	37.9** (20)	20.8 (20)	19.1 (15)	31.4** (12)	39.3** (12)	40.4** (12)
7	18.7** (3)	11.0* (3)	2.1 (1)	62.5** (20)	57.3** (15)	14.3 (10)	38.1** (12)	25.2** (12)	30.0** (9)
8	7.4 (4)	8.3 (4)	4.4 (2)	41.1** (20)	42.4** (20)	41.3** (20)	58.5** (12)	47.9** (12)	59.2** (12)

さて、モデルの構造を考えると、よい推定結果を生むための条件として、天井、壁、床の個々の設計要素のバリエーションに対する評価の独立性が高いことが挙げられる。好きをよく予測するためには、熟知度と魅力度に関して独立性の高い評価が得られていることが必要であり、また、嫌いについては、熟知度と非魅力度、それぞれの評価結果の独立性が重要である。

表5は、設計要素のバリエーションと嗜好変数(魅力度、非魅力度、熟知度)の評価の間の独立性の χ^2 検定結果を示している。

表5より、グループ2の被験者(4と6)、は推定に有効となるような、独立性の高い評価をしていないことが確かめられる。実際、被験者4の場合、独立性が高い評価項目は、壁の熟知度、床の魅力度と熟知度だけである。また、被験者6については、床の反応は推定に有効となる可能性があるものの、天井と壁はあまり

貢献しないことが読み取れる。

これがあてはまりを悪くさせている原因であると考えられるが、このようなことを生じさせる2種類の反応パターンとして、設計要素が変わっても評価が一定している場合と、部分評価が一貫していない場合が考えられる。前者は選んだ設計要素のバリエーションが不適切な場合であり、刺激の選択に問題があったことになるが、後者は、部分評価に文脈(この場合は他の設計要素)が影響したことを示唆している。得られたデータを検討したところ、ほとんどの場合、後者の反応パターンに該当し、部分評価に文脈が影響している恐れがあることがわかった。しかしながら、グループ3の被験者(被験者2を除く)の反応は、表5から分かるように、グループ2の被験者のものよりも独立性が高く、より一貫した反応を示していたことを示唆しており、この現象が常に起こるわけではないことがわかる。また、より一貫した反応により、よりよい推定が行なわれることにもなる。

以上のことをまとめると次のようになる。嗜好のモデルにおいては、設計要素は、文脈とは独立に評価できるものと仮定されているが、必ずしもそれが満足されない場合があり、その場合にはモデルのあてはまりが悪くなる(グループ2)。しかし、一貫した部分評価が得られた場合には、モデルも全体印象評価に基づく回帰分析モデルと比べてそれほど劣らない予測能力を有する(グループ3)。

さて、モデルのパラメタは個人の統合特性を反映しているが、グループ3の被験者について、パラメタの感度について調べながら、今回収集した実験データから導きだせる統合過程の性質について考察する。

定性的に分析を行なえるように、嗜好変数の活動値が嗜好に統合される段階に焦点を当てる。ここでは、熟知度と魅力度の値、 $\mu_{\text{熟知度}}^{\cdot}$ 、 $\mu_{\text{魅力度}}^{\cdot}$ がパラメタ L によって統合され好きの値 $\mu_{\text{好き}}^{\cdot}$ が得られ、また熟知度と非魅力度の値、 $\mu_{\text{熟知度}}^{\cdot}$ 、 $\mu_{\text{非魅力度}}^{\cdot}$ が D によって統合され嫌いの値 $\mu_{\text{嫌い}}^{\cdot}$ が得られる。好き、嫌いの評定データと比較されるのは、これらを正規化

して得られる $\hat{r}_{\text{好き}}^{\cdot}$ 、 $\hat{r}_{\text{嫌い}}^{\cdot}$ である。また、これらの場合には、統合されるものが2つだけなので、定性的に、 $L=0$ ならば論理積的になり、値の小さいものの影響が強くなる、また、 $L=1$ ならば論理和的になり、値の大きいものの影響が強くなる、ということが言える。

グループ3の被験者についてパラメタ、 L 、 D の値を0.0、1.0の両極端の値に設定し、平均誤差、 $\mu_{L}^{\text{モデル}}$ 、 $\mu_{D}^{\text{モデル}}$ を計算した結果、好きの平均誤差については最大20%程度、嫌いの平均誤差については最大200%程度の差が生じることがわかった。なお、ここで好き、嫌いの平均誤差の差とは、それぞれ、以下に示す量である。また、他のパラメタ、 F 、 A 、 U は表4に示した値を用いた。

$$\left[\begin{array}{l} \frac{\max(\mu_{L}^{\text{モデル}}(L=0), \mu_{L}^{\text{モデル}}(L=1))}{\mu_{L}^{\text{モデル}}(\text{表4に示した } L)} \\ \frac{\max(\mu_{D}^{\text{モデル}}(D=0), \mu_{D}^{\text{モデル}}(D=1))}{\mu_{D}^{\text{モデル}}(\text{表4に示した } D)} \end{array} \right]$$

さて、以下に、好き、嫌いの順に、平均誤差の差が生じる理由について考察する。

好きの場合に平均誤差の差がそれほど大きくないのは、熟知度と魅力度の間に観測された正の相関に起因している。つまり、この場合には、論理積的、論理和的のどちらの統合過程がとられようとも統合された値 $\mu_{\text{好き}}^{\cdot}$ の傾向(相対的な値の大小関係)はその影響を余り受けにくいこと、また、平均誤差の計算には $\mu_{\text{好き}}^{\cdot}$ を正規化して得られる $\hat{r}_{\text{好き}}^{\cdot}$ が用いられること、の2つの理由により、平均誤差が統合過程の違いによる影響を余り受けにくいことになる。

一方、嫌いの場合には D が平均誤差に大きく影響している。図3はグループ3に属する被験者のうち、被験者2と被験者8について、各刺激に対して計算された熟知度 $\mu_{\text{熟知度}}^{\cdot}$ と非魅力度 $\mu_{\text{非魅力度}}^{\cdot}$ をプロットした図である。白丸は被験者2、黒丸は被験者8を表わす。これらをパラメタ D を用いて統合することにより $\mu_{\text{嫌い}}^{\cdot}$ が計算される。図に見られるように $\mu_{\text{熟知度}}^{\cdot}$ と $\mu_{\text{非魅力度}}^{\cdot}$ の間には負の相関があるが、そのこと

により平均誤差が強く D に影響されることが次のような考察からわかる。

被験者8に対しては、 $D=0$ のときに $\mu_{D}^{\text{モデル}}=0.98$ とあてはまりが最適になっている(表4)。この場合には、 $\mu_{\text{熟知度}}$ と $\mu_{\text{非魅力度}}$ の統合は論理的になり、値の小さい方が嫌い感情の強度に大きく影響し、値の大きい方は副次的な効果をもたらす。この被験者の場合、多くの刺激に対して、 $\mu_{\text{非魅力度}}$ が前者、 $\mu_{\text{熟知度}}$ が後者にあたる。次に、この被験者の統合の仕方を論理的($D=1$)としてみると $\mu_{D}^{\text{モデル}}=1.73$ となった。これは、論理的な場合の176%にあたる。この場合、統合して得られる結果は、値の大きい方が嫌い感情の強度に大きく影響し、値の小さい方が副次的な効果をもたらす、ちょうど、論理的な場合と逆の傾向を示すことになる。その結果、平均誤差が著しく大きくなる。

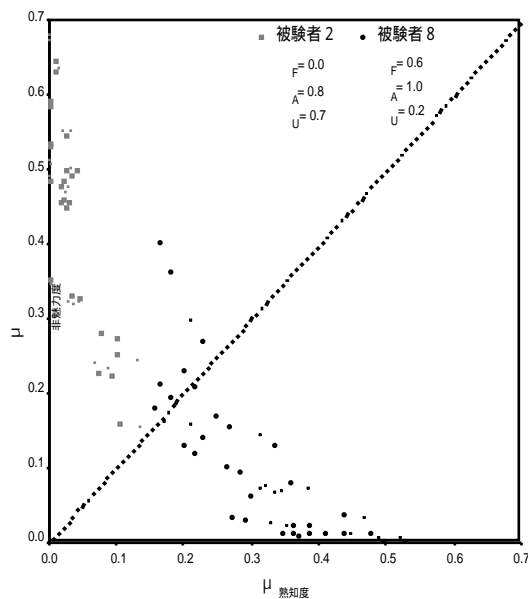


図3.各刺激に対して得られた $\mu_{\text{熟知度}}$ と $\mu_{\text{非魅力度}}$ の関係(被験者2および8)

被験者2は、被験者8とは異なり、論理的な場合($D=1$)にあてはまりが最適になっている(表4)。このとき、図3より、この被験者の嫌

い感情の強度が、全ての刺激について、値の大きい方、 $\mu_{\text{非魅力度}}$ に大きく影響され、値の小さい方、 $\mu_{\text{熟知度}}$ の影響が副次的となっていることがわかる。この被験者の統合の仕方を論理的($D=0$)にかえてみると、 $\mu_{D}^{\text{モデル}}=1.96$ となった。これは論理的な場合の192%にあたる。このような著しい増大の理由は、被験者8の場合と全く同じである。

他のグループ3の被験者についても、同様のことが認められたが、その原因は全く同じである。

また、 F 、あるいは、 U を先程と同じように変化させた場合にも「嫌い」に関してあてはまりが著しく悪くなることがあるが、それが起こるのは、 F 、 U の変化により $\mu_{\text{熟知度}}$ 、 $\mu_{\text{非魅力度}}$ の値が変化し、その変化によって、 D が $\mu_{\text{熟知度}}$ を重視するようになる場合である。

さて、嫌い感情の強度が統合される過程について、グループ3の被験者に共通している点は、いずれも主として非魅力度が嫌い感情の強度を決定づけ、熟知度が副次的な効果をもたらすような統合の仕方によって評定データがもっともよく説明されている点である。従って、今回のデータの範囲においては、その過程の特徴を「非魅力度が主になるように統合のパラメタ D が選ばれている」ということができるであろう。

しかしながら、これは表面的な理解であり、事態はもっと込み入っていることが以下のことからわかる。即ち、 $\mu_{\text{熟知度}}$ も $\mu_{\text{非魅力度}}$ も直接観測された量ではなく、 F 、 U によってパラメタ化された統合過程を経て計算される量であり、これらの値が F 、 U の値によって変わることで、そしてそれが D の値の決定に影響するからである。このように、 D の値は間接的に F 、 U の値に依存するのであるから、嗜好のモデルによって個人の統合特性がどのように表現されているかを吟味するとき、推定された F 、 U の値の心理学的妥当性を検討することが極めて重要な課題となる。このことを確認するためには、今回収集したデータでは不足であり、 $\mu_{\text{熟知度}}$ 、 $\mu_{\text{非魅力度}}$ を直接計測

するような実験を新たに行ない心理実験データを収集する必要がある。

好き感情についてはもっと複雑である。好き感情の強度 $\mu_{好き}$ は $\mu_{熟知度}$ と $\mu_{魅力度}$ をパラメタ α で統合して計算される。仮に、 $\mu_{熟知度}$ 、 $\mu_{魅力度}$ が好き感情に及ぼす影響を嫌い感情の場合と同様に扱えるとすれば、 $\mu_{魅力度}$ が主となるような統合によりデータが説明されることが予想される。しかしながら、このような統合の仕方が必ずしも評定データにもっとも適合するわけではないことを実験データは示している。実際、表4に示したように、被験者3と被験者8の好きの評定データは、 $\alpha=0.4$ のときに最もよく説明され、このとき、 $\mu_{熟知度}$ も $\mu_{好き}$ の計算に寄与している。統合過程を詳しく分析するためには、好き感情の場合も直接 $\mu_{熟知度}$ と $\mu_{魅力度}$ を計測するような実験を行なう必要があるが、嫌い感情ほどあてはまりのよさがパラメタに敏感でないので、その特徴付けには困難が予想される。

6. おわりに

嗜好のモデルを検証するために行なった実験について述べると共に、実験結果を詳しく分析した。

実験方法として、嗜好のモデルの図式の検証に適合するような刺激作成の方法が取られた。すなわち、コンピュータ・グラフィックス技術を用いて、呈示刺激の部品(天井、壁、床)をまず作成し、その組み合わせとして呈示刺激を構成する。このようにすることにより、刺激は非常にコントロールされたものとなっている。また、嗜好のモデルの検証を質のよいデータの上で行なうことができるように、その確認のために従来の方法も並列に実施した。

実験結果を分析した結果、モデルは一貫した部分評価が得られれば実験結果をよく説明でき、また嫌い感情については、そのあてはまりのよさがパラメタに非常に敏感であることがわかった。これらのことは、モデルが嗜好感情の強さをよく特徴付けていることを示している。

モデルの5個のパラメタは統合過程の個人の特徴を表現しているが、好き感情、嫌い感情、それぞれについて、その過程の性質を考察した結果、新たに、熟知度、魅力度、非魅力度を直接計測する実験を行なう必要があることが明らかになった。この点は、今後の課題としたい。

文献

- [1] 北島宗雄：“嗜好のファジィモデル”，日本ファジィ学会誌，3，3，pp.570-582，1991．
- [2] Osgood, C. E., Suci, G. J., and Tannenbaum, P. H. : The measurement of meaning, University of Illinois Press, 1957.
- [3] Ortony, A., Clore, G. L., and Collins, A. : The Cognitive Structure of Emotions, Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- [4] Thole, U., Zimmermann, H. -J., and Zysno, P. : On the suitability of minimum and product operators for the intersection of fuzzy sets, Fuzzy Sets and Systems. 2, pp. 167-180, 1979.
- [5] Zimmermann, H. -J. and Zysno, P. : Decision and evaluations by hierarchical aggregation of information, Fuzzy Sets and Systems. 10, pp. 243-260, 1983.
- [6] 宇津木明男：感性計測システムのヒューマンインタフェース，第8回ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集，pp. 227-232, 1992．

Abstract

The research reported here sought to validate the μ -model, a fuzzy-set technique for predicting attraction emotions [1]. This computational model calculates the attractiveness of objects based on several variables, including appealingness, unappealingness, and familiarity. Ratings on all of the variables are combined using a fuzzy-set aggregation method that mimics human decision making.

Eight subjects viewed each of 48 computer images of rooms, and rated them according to seven general adjectives and their degree of like and dislike. In addition, subjects rated the floor, walls, and ceiling of each room for its familiarity and appealingness/unappealingness. For subjects whose ratings of familiarity and appealingness/unappealingness were self-consistent, the μ -model predicted their performance about as well as standard regression techniques. Further investigation revealed that the μ -model is especially sensitive to changes in the dislike emotion. The results suggest that the μ -model can help us understand individual differences in attraction emotions.

Key words

attraction emotions, calculation model of attraction emotions, psychological experiments, aggregation of fuzzy sets, μ -model

著者 北島宗雄
所属 通商産業省工業技術院製品科学研究所
基礎人間工学部心理情報工学課
所在地 305 茨城県つくば市東1-1-4
電話 0298(54)6731
FAX 0298(54)6608
電子メール
i8001@ipri.go.jp

略歴 1978年, 東京工業大学物理学科卒業.
1980年, 東京工業大学理工学研究科修士課程(物理専攻)修了. 1980年, 製品科学研究所入所, 現在に至る. 主任研究官. 盲人用読書器の開発, 3次元触覚ディスプレイなどの福祉機器の開発, あいまい表現を活かしたヒューマン・インタフェースの構築に関する研究に従事. 特に, 人間と機械とのインタフェースにおける認知過程のモデル化に関心を持つ. 工学博士(早稲田大学). 日本ファジィ学会, 電子情報通信学会, ACM会員.

Author Muneo Kitajima

Affiliation

Industrial Products Research Institute, Human Factors Research Department

Address 1-1-4, Higashi, Tsukuba, Ibaraki, 305 JAPAN

著者 宇津木明男
所属 通商産業省工業技術院製品科学研究所
基礎人間工学部心理情報工学課
所在地 305 茨城県つくば市東1-1-4
略歴 1984年, 大阪大学基礎工学部生物工学科卒業. 1986年, 大阪大学大学院博士前期課程修了. 1986年, 製品科学研究所入所, 現在に至る. 心理計測法の研究に従事. 日本認知科学会, 電子情報通信学会会員.

Author Akio Utsugi

Affiliation

Industrial Products Research Institute, Human Factors Research Department

Address 1-1-4, Higashi, Tsukuba, Ibaraki, 305 JAPAN