

人間の類似度評価における非対称性について\*1)  
南迫 祐樹, 古山 恒夫(東海大学)\*2)

1. まえがき

近年、ハードウェアの大容量化に伴い、データベースは文字だけでなく画像や物体などの高度なメディアを蓄積するようになった。このようなメディアの検索には、メディア間の特徴距離を求めて検索する手法が最も有効である。しかし、この手法は物理的な特徴のみを検索基準とするため、人の類似評価に無関係な特徴が含まれることが多く、不満足な結果を生みやすい。よって、蓄積されたメディアの中から数個のサンプルを抽出し、サンプル間における利用者の類似評価を何らかの形で検索システムに反映させておく必要がある[1]。ただし、人の類似評価には様々な要因が含まれているため、その評価を正確に測定し詳細に分析しておくことが望ましい。

本論文では、3次元物体の類似検索システムに反映させることを想定し、物体間における人の非類似度を測定し分析した結果、基準となる物体を入れ替えると非類似度が異なる場合があることが判明したのでその結果を報告する。

2. 非類似度の測定

2.1 実験対象と被験者

実験対象とする3次元物体として、以下のミニカーA~Oの15台を用いた(図1)。



図1. 実験対象(左上から順にA,B,...,O)

被験者は男女29人を対象とした。

2.2 非類似度の測定方法

非類似度の測定方法には多重比率法や順位法など様々なものがある[2]。我々は人の非類似度を詳細に測定するため、1~20の目盛を用いる実験を適用した(図2)。

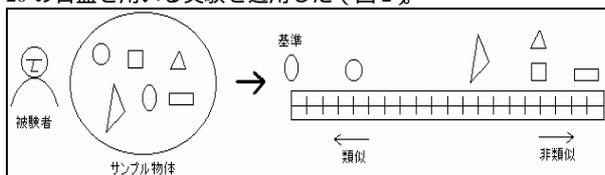


図2. 実験概要

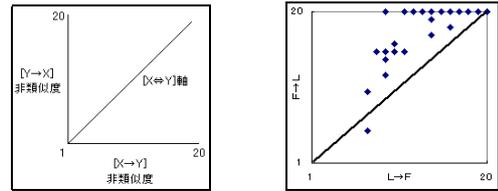
実験機材は110cmの長さのボール紙に5cm間隔で20個の目盛を記した土台を用意した。実験手順は、15台のミニカーのうち1台を基準物体として目盛の端に置き、被験者には残り14台のミニカーについて、基準に似たものを近くに、似ていないものを遠くに、その程度に応じて目盛上に配置してもらった。ただし、同じ目盛上に複数のミニカーを配置させても良い。配置後、目盛値1~20を基準との非類似度として記録した。残り14台のミニカーもそれぞれ基準物体に設定し、以下同様の操作を繰り返した。

3. 実験結果の分析

3.1 相関グラフの表示

上記2の実験により、物体X-Y間[X-Y]における非類似度を、被験者1人当たり物体組数15×14の210個、被験者29人の総計で29×210個を得た。ただし、これらのデータにはX

を基準としたY[X-Y]の非類似度、Yを基準としたX[Y-X]の非類似度の双方が存在する。そこで、得られた29人の非類似度を[X-Y],[Y-X]の非類似度で構成された相関グラフ上の点で表した(図3(a))。相関グラフの中央には[X-Y]軸を表示し、[X-Y]=[Y-X]の非類似度関係を示す基準軸とした。被験者29人による[X-Y],[Y-X]の非類似度関係を、物体X-Y間の210組それぞれに対して調べた結果、被験者全体で[Y-X]側に非類似度が偏る物体の組が存在した(図3(b))。



(a) 概要 (b) [L-F],[F-L]の非類似度

図3. 相関グラフ

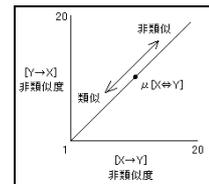
3.2 2つのパラメータによる分析

我々はこのような特異な性質を210組全体で分析するため、相関グラフの特徴を2つのパラメータ $[\mu, \mu_d]$ による数値で簡潔に表した。以下に各パラメータの求め方について述べる。ただし、被験者29人による[X-Y],[Y-X]の非類似度平均をそれぞれ $\mu_{[X \rightarrow Y]}, \mu_{[Y \rightarrow X]}$ と置く。

平均値 $\mu$ (非類似度)

$$\mu = \frac{\mu_{[X \rightarrow Y]} + \mu_{[Y \rightarrow X]}}{2}$$

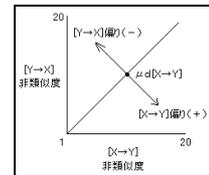
$\mu$ は $\mu_{[X \rightarrow Y]}, \mu_{[Y \rightarrow X]}$ の平均によって被験者全体に対する[X-Y]軸上での非類似度を表したものである。



偏り $\mu_d$

$$\mu_d = \frac{\mu_{[X \rightarrow Y]} - \mu_{[Y \rightarrow X]}}{\sqrt{2}}$$

$\mu_d$ は $\mu_{[X \rightarrow Y]}, \mu_{[Y \rightarrow X]}$ の差によって被験者全体に対する[X-Y]軸上からの直交距離を表したものである。また、 $\mu_{[X \rightarrow Y]}, \mu_{[Y \rightarrow X]}$ の差を統計学的に示すため、T値検定を行った。被験者29人の場合、|T値| > 2.8ならば $\mu_{[X \rightarrow Y]}, \mu_{[Y \rightarrow X]}$ の差は危険率1%で有意である。



3.3 分析結果

物体X-Y間の各210組に対する平均値 $\mu$ の値を表1に、偏り $\mu_d$ の値を表2に示す。

表1. 平均値 $\mu$

X \ Y	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	平均
A	3.9	5.3	3.9	5.1	7.2	7.4	13.2	14.2	15.6	16.0	17.8	15.4	16.7	16.8	15.7	
B	3.9	2.6	4.7	2.1	4.9	4.8	12.1	13.7	14.8	15.5	16.9	14.9	16.2	16.3	15.0	
C	5.3	2.6	4.9	3.6	5.0	5.1	12.3	13.9	14.9	15.5	17.0	15.3	16.3	16.5	15.2	
D	3.9	4.7	4.9	4.9	6.1	5.4	10.6	12.6	14.2	14.4	16.5	14.5	15.2	15.3	14.2	
E	5.1	2.1	3.6	4.9	3.5	3.4	10.3	12.6	14.1	14.7	16.5	14.3	15.7	15.7	14.2	
F	7.2	4.9	5.0	6.1	3.5	1.6	8.7	11.0	12.8	13.4	15.2	12.6	14.4	14.5	12.8	
G	7.4	4.8	5.1	5.4	3.4	1.6	8.1	10.5	12.9	13.2	15.6	12.5	14.1	14.3	12.6	
H	13.2	12.1	12.3	10.6	10.3	8.7	8.1	2.6	6.8	7.6	11.0	6.6	9.8	10.0	10.7	
I	14.2	13.7	13.9	12.6	12.6	11.0	10.5	2.6	4.7	5.6	9.5	3.0	7.5	7.7	12.7	
J	15.6	14.8	14.9	14.2	14.1	12.8	12.9	6.8	4.7	1.8	5.7	3.4	4.6	4.7	14.2	
K	16.0	15.5	15.5	14.4	14.7	13.4	13.2	7.6	5.6	1.8	5.2	3.8	4.4	4.4	14.7	
L	17.8	16.9	17.0	16.5	16.5	15.2	15.6	11.0	9.5	5.7	5.2	8.1	4.5	4.3	16.5	
M	15.4	14.9	15.3	14.5	14.3	12.6	12.5	6.6	3.0	3.4	3.8	8.1	5.8	5.9	14.2	
N	16.7	16.2	16.3	15.2	15.7	14.4	14.1	9.8	7.5	4.6	4.4	4.5	5.8	1.1	15.5	
O	16.8	16.3	16.5	15.3	15.7	14.5	14.3	10.0	7.7	4.7	4.4	4.3	5.9	1.1	15.6	

\*1) On an asymmetry of evaluating similarity between objects.

\*2) Yuki Minamisako, Tsuneo Furuyama (Tokai Univ.)

表2. 偏り  $\mu_d$

X\Y	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	平均
A		-1.4	-1.1	-0.4	-1.6	-0.3	-0.5	-3.7	-2.9	-1.4	-0.9	0.9	-2.0	-0.2	-0.2	-1.3
B	1.4		0.4	0.5	-0.3	0.4	0.2	-2.6	-2.8	-1.5	-1.4	1.0	-2.0	-0.5	-0.5	-1.3
C	1.1	-0.4		0.1	-1.0	-0.2	-0.7	-2.8	-3.0	-1.8	-1.7	0.7	-1.9	-0.6	-0.5	-1.4
D	0.4	-0.5	-0.1		-0.9	0.6	-0.3	-1.2	-1.3	-0.8	-0.6	1.7	-1.3	0.3	0.5	-0.3
E	1.6	0.3	1.0	0.9		-0.2	-0.3	-0.9	-1.6	-0.2	-0.4	1.9	-1.3	0.3	0.8	-0.2
F	0.3	-0.4	0.2	-0.6	0.2		0.1	-0.6	-0.2	1.0	0.9	3.1	-0.1	2.0	2.2	1.0
G	0.5	-0.2	0.7	0.3	0.3	-0.1		0.4	0.2	1.2	1.3	3.6	0.1	2.2	2.2	1.4
H	3.7	2.6	2.8	1.2	0.9	0.6	-0.4		-0.2	-1.0	-0.8	1.6	-1.1	0.7	0.9	1.6
I	2.9	2.8	3.0	1.3	1.6	0.2	-0.2	0.2		-0.6	-0.2	1.4	-0.7	-0.1	0.3	1.6
J	1.4	1.5	1.7	0.8	0.2	-1.0	-1.2	1.0	0.6		-0.2	1.4	0.8	0.4	0.1	0.5
K	0.9	1.4	1.7	0.6	0.4	-0.9	-1.3	0.8	0.2	0.2		1.6	0.4	0.5	0.2	0.4
L	-0.9	-1.0	-0.7	-1.7	-1.9	-3.1	-3.8	-1.6	-1.4	-1.4	-1.6		-1.6	-0.5	-0.4	-1.8
M	2.0	2.0	1.9	1.3	1.3	0.1	-0.1	1.1	0.7	-0.8	-0.4	1.6		-0.4	-0.6	1.2
N	0.2	0.5	0.6	-0.3	-0.3	-2.0	-2.2	-0.7	0.1	-0.4	-0.5	0.5	0.4		-0.1	-0.5
O	0.2	0.5	0.5	-0.5	-0.8	-2.2	-2.2	-0.9	-0.3	-0.1	-0.2	0.4	0.6	0.1		-0.6

ただし、縦軸、横軸の物体をそれぞれ物体 X,Y とし、表2で はT値検定の結果99%の有意性を持つ組に対して を付けた。

#### 4. 考察

##### 4.1 非類似度の傾向

表1の非類似度  $\mu$  をみると、A~G、H~Oの2つのグループ間では値は大きく、それぞれのグループ内では値は小さい。これらのグループはそれぞれトラックと乗用車の概念によって分けられており、それがそのまま評価結果に現れている。次に、各グループ内での非類似度による物体の位置付けを調べるため、異グループの組に対する非類似度  $\mu$  の平均をとり(表1)、1次元の軸上に各物体を配置した(図4)。



図4.  $\mu$  平均による物体の位置付け

図4より、A~GグループではGの非類似度が平均的に小さくAの非類似度が平均的に大きい傾向を示している。同様にH~OグループではHの非類似度が平均的に小さく、Lの非類似度が平均的に大きい傾向を示している。このことからA~GグループではA,Gが、H~OグループではH,Lが、各グループ内の両端に位置していることがわかる。

##### 4.2 偏りに基づく物体の配置

表2の偏り  $\mu_d$  をみると、105組の組合せのうち20組で非類似度平均  $\mu_{[X \rightarrow Y]}, \mu_{[Y \rightarrow X]}$  の差が有意であった。このうちT値が最も大きな組は[A H]、2番目に大きな組は[G L]であった(T値はそれぞれ6.6と5.8)。この組合せに出てくる物体A, G, H, Lは、4.1で述べたように各グループ内の両端に位置する物体である。そこで、異グループ内の組に対する偏り  $\mu_d$  の平均をとり(表2)、1次元の軸上に各物体を配置し、偏りやすい(非対称性が起こりやすい)物体とその方向を確かめた(図5)。



図5.  $\mu_d$  平均による物体の位置付け

図5より、A~GグループではGが(+)に、Aが(-)に大きく偏っている。同様にH~OグループではHが(+)に、Lが(-)に大きく偏っていることがわかる。

##### 4.3 非対称性の要因

4.1と4.2の結果から、A, G, H, Lの4つの物体の配置をモデル化すると、図6のようになる。このように配置された結果、[A H]と[G L]の組に非類似度の差(非対称性)が生じたと

推測できる。[A L]と[G H]では非対称性は生じていない。

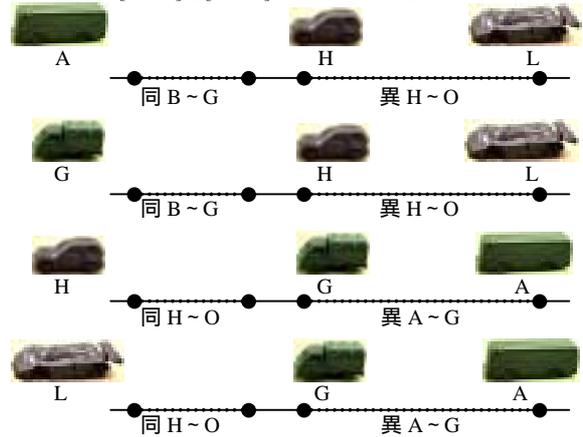


図6. 物体A,G,H,Lに対する類似評価

##### 4.4 類似評価の主要因

次に、図6でモデルしたような配置がなぜ行われたかを分析する。図4より、物体の配置を決める要因として、全体的には車の進行方向に対する長さが関係しているように思われる。H~Oのグループではそれ以外に高さも含まれているように思われる。そこで、実際にA~Oの長さ高さと高さ測定し、A~Gグループでは[長さ]、H~Oグループでは[長さ/高さ]の比によって物体を配置し、図4の配置結果と比較した(図7)。

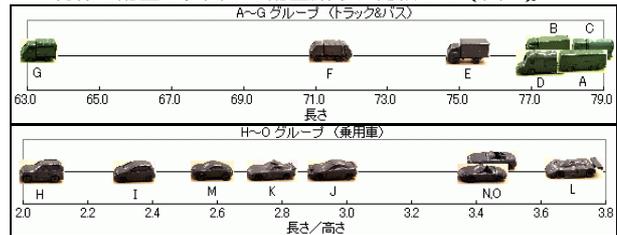


図7. 長さ高さによる物体の位置付け

図7より、A~GグループではGの長さが最も短く、AがCとともに最も長い。一方、H~OグループではHが最も[長さ/高さ]の比が小さく突型であり、Lが最も偏平である。各グループの両端にA, G, H, Lが配置されるという結果は、図4、図5の結果および図6で示したモデルと一致している。

##### 4.5 非対称性の生ずる条件

以上のことから、非対称性は次のような条件を満たすときに起きると考えられる。

- (1) 評価対象が複数のグループに分かれる。
- (2) 各グループで類似評価の主要因が異なる。

評価対象が複数グループで構成されていても、類似性評価の主要因が同じであると、複数グループの分離が曖昧となり、顕著な非対称性は見られないと考えられる。

#### 5. おわりに

我々は、物体間における人の非類似度を測定し、2つのパラメータによる分析から、基準となる物体を入れ替えると非対称性を示す(非類似度が異なる)組が存在することを明らかにした。また、パラメータの特異な4つの物体を中心に検証を行い、このような非対称性がグループ内での物体の位置付けに起因したことを示し、非対称性が生ずる条件について提示した。今後、これらの結果を裏付けるための追加実験を行う予定である。

##### <参考文献>

- [1] 田邊勝義他, "多次元心理空間を用いる類似画像検索法", 電子情報通信学会論文D, Vol. J75, pp.1856-1865, 1992. 11
- [2] 高根芳雄著, "多次元尺度法", 東京大学出版会, 1980年発行