

決定木による顔画像の類似度判断における重要属性の考察

Considerations on Important Attributes in Face Similarity Judgment by the Decision Tree

G-18

小田 恭裕† 上田 祐彰† 宮原 哲浩† 高橋 健一†

Yasuhiro ODA† Hiroaki UEDA† Tetsuhiro MIYAHARA† Kenichi TAKAHASHI†

1. はじめに

人間の顔は個人的情報やコミュニケーションに係わる情報を含んでいる。近年、それらの応用を目的とした顔情報処理研究が盛んである。人間は過去に出会った顔を基礎とした平均顔情報を持っており、これと認識対象との類似度を顔の認識過程において利用していると言われている[1]。人間が2つの顔を「似ている」と判断するのは、双方の顔の様々な特徴が一致するときである。双方の特徴の差が大きいほど、それらの評価は「似ていない」ものになる。その際、重要である特徴と、そうでないものがあり、それらに対して何らかの知識を用い、類似度判断を行うと考えられる。本研究では顔の類似度判断に知識処理を適用し、顔が持っている様々な情報のうち、類似度判断の際に重要となる情報および個人が持つ顔の特徴が与える影響を解明するとともに、知識処理適用の妥当性について検討を行う[2]。ここでは、人間の類似度判断事例を用いて、決定木生成システム C4.5[3]による学習を行い、得られた決定木から、顔の類似度判断における属性に対して検討を行う。

2. 実験概要

まず、実験に用いる顔画像を収集し、目、鼻、口などの各構成要素の特徴を数値化する。次に、類似度判断アンケートの実施を行い、結果から訓練事例を作成し、C4.5による帰納学習を行う。最後に、決定木における属性に対して検討を行う。本研究における処理の流れを図1に示す。

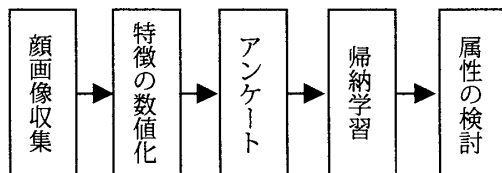


図1: 処理の流れ

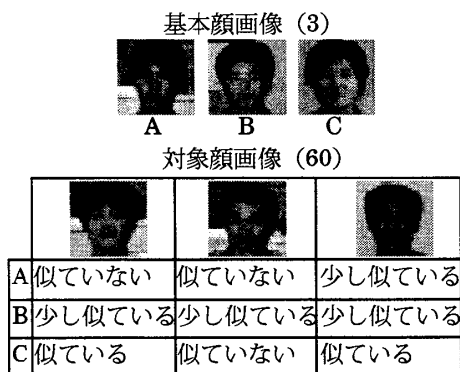


図2: アンケート1

2.1 顔画像属性

顔画像をデジタルカメラおよびスキャナを用いて、普通の表情、正面顔画像を合計63枚収集し、正規化した。顔画像のサイズは425×425pixels、階調はグレースケール256階調である。これらを計算機上で扱うために、顔画像の特徴を表していると考えられる部位を数値化し、属性と呼ぶことにした。属性名と対象部位を以下に示す。

- 面積 (対象部位: 目・眉・鼻・口・顔全体)
- 位置 (対象部位: 目・眉・鼻・口)
- 縦横比率 (対象部位: 目・眉・鼻・口・顔全体)
- 傾き (対象部位: 目・眉)
- 形状 (対象部位: 顔全体)

2.2 類似度判断アンケート

類似度判断アンケートは3種類の類似度判断の基本となる顔画像(基本顔画像と呼ぶ)と、60種類の類似度判断の対象となる顔画像(対象顔画像と呼ぶ)から構成される。以下に示す3種類を作成し、各50件を実施した。

アンケート1(図2)は各基本顔画像に対して、対象顔画像が「似ている」「似ていない」の類似度判断を行う。

アンケート2は各基本顔画像に対して、対象顔画像の中から「1番似ている」「2番目に似ている」「3番目に似ている」顔画像を選択する。アンケート2は類似度判断として類似度の順位付けを行っている。

アンケート3は、アンケート1において類似度判断が「似ている」と評価された対象顔画像のみを選出し、これらの顔画像を対象として、アンケート2と同じ類似度判断を行う。アンケート3では、アンケート1での結果とアンケート2での類似度判断を組み合わせていることから、顔情報の差が微小な場合の類似度の順位付けであると考えられる。

2.3 決定木生成システム C4.5[3]

C4.5は、J.R.Quinlanによって開発された決定木生成システムである。これは与えられた訓練事例から情報利得という情報理論的な考え方をもとに決定木を生成し、知識を学習するシステムである。決定木の各ノードでは、属性の値を用いた訓練事例の分類が行われており、多くの訓練事例を分類している属性ほど、その訓練事例において重要であると考えられる。本研究では顔の類似度判断事例における重要属性の判定基準として、枝刈りされた決定木の全ノードに対して、属性ごとに分類した事例数を測定する。その値を顔の類似度判断における属性の重要度とし、属性カウント値と呼ぶことにした。

3. 帰納学習実験

実験ではアンケートにより得られた3種類の判断度結果を、それぞれa, b, cという3つのクラスに対応させて用いている。3つアンケートから得られた3つの訓練事例を用いてC4.5による帰納学習を行った。また、クラスが複数の場合、クラス間の差が曖昧なものになってしまう。そ

† 広島市立大学 情報科学研究科, 広島市
Graduate School of Information Sciences,
Hiroshima City University, 3-4-1, Ozuka-higashi,
Asaminami-ku, Hiroshima, 731-3194, Japan

ここで、1つの3クラス訓練事例から、それぞれのクラスの事例を除去し、新たに3つの2クラス訓練事例を生成し、実験を行った。

3.1 アンケートに対する実験結果

アンケート結果から生成された決定木に対して、属性カウント値を測定した。その順位の一部を表1に示す。表において、網掛けしている顔形状属性は、アンケート1においては高い順位であるが、アンケート2,3においては最も低い順位になっている。このことはアンケートの仕様の違いに起因するものと考えられる。アンケート1が基本顔画像と個々の対象顔画像の比較を行う、一対一類似度判断であるのに対して、アンケート2,3では基本顔画像と複数ある対象顔画像の類似度の順位付けを行う、一対多類似度判断である。人間が多くの候補の中から、類似度の順位付けを行う場合、候補の中から大まかに似ているものを複数選出し、それらに対して順位付けを行うと考えられる。つまり、アンケート2,3の一対多類似度判断では、2つの過程に分かれており、前過程において顔形状属性を用いた選出が行われ、後過程において、類似度の順位付けが行われている。順位付けの対象となる顔画像は、前過程で顔形状の似ているものが選ばれているため、決定木上には顔形状属性が表れないと考えられる。また、顔形状という属性は顔の全体的な情報であり、反対に目、鼻、口などの属性は部分的な情報であると考えられる。以上のことから、人間は顔の全体的な情報と部分的な情報を類似度判断の種類によって使い分けられていると考えられる。

3.2 基本顔画像に対する実験結果

個人が持つ顔の特徴は、類似度判断を行う際に大きな影響を与えられられる。そこで、顔画像の特徴を調べるため、各基本顔画像の属性値および全顔画像の属性値の平均、標準偏差(以下 σ とする)を計算した。それぞれの基本顔画像の各属性が平均から σ 以上離れている属性を表2に示す。これらの属性は、各基本顔画像における特徴的な

表1: アンケートごとの属性カウント値の順位

順位	アンケート1	アンケート2	アンケート3
1	鼻比率	目傾き	眉面積
2	目比率	口位置	口比率
3	眉面積	目比率	鼻位置
4	口位置	眉面積	目位置
5	顔形状	顔面積	鼻面積
...
16	目位置 目傾き	眉比率	口面積 顔形状
17		顔形状	

属性であると考えられる。また、その特徴的な属性の数から、基本顔画像Aは平均的な顔であり、相対的に基本顔画像Bは少し特徴的な顔、基本顔画像Cは特徴的な顔であると考えられる。続いて、特徴が類似度判断に対して与えた影響を調べるために、基本顔画像ごとに分割した訓練事例による決定木を生成し、属性カウント値を測定した。その順位の一部を表3に示す。なお、表中の網掛けされた部分は表2に示した特徴的な属性である。表において、一対一類似度判断では、最も特徴的な基本顔画像Cにおいてのみ特徴的な属性が高い順位にあり、他の基本顔画像においては低い順位となっている。一対多類似度判断では、全基本顔画像に共通して特徴的な属性が比較的高い順位にある。以上のことから、人間は一対一類似度判断において、基本的には特徴的な属性を用いないが、対象となる顔画像が特徴的な顔である場合は、特徴的な属性を重用属性として用いており、一対多類似度判断では、顔画像の特徴的な属性を常に重要属性として用いていると考えられる。

4. おわりに

類似度判断アンケートをもとに訓練事例を作成し、C4.5による帰納学習を行った。この結果として、人間は顔の全体的情報と部分的情報を類似度判断過程によって使い分けられているということが示された。また、一対一類似度判断では、基本的には特徴的な属性を用いないが、対象となる顔画像が特徴的な顔である場合は、特徴的な属性を重用属性として用いており、一対多類似度判断では、顔画像の特徴的な属性を常に重要属性として用いていることが示された。

謝辞

御協力いただいた富士通九州システムエンジニアリング、吉本周平氏に感謝の意を表します。本研究の一部は広島市立大学特定研究費の助成による。

参考文献

- [1] 吉川左紀子 益谷真 中村真(編著), 顔と心—顔の心理学入門,サイエンス社,1993.
- [2] 小田恭裕 吉本周平 上田祐彰 宮原哲浩 高橋健一, "顔の類似度における情報処理の適応への一考察", 信学技報, KBSE36-44, pp.33-40, December 2001.
- [3] J.R.Quinlan 古川康一(監訳), AIによるデータ解析, トッパン, 1997.

表2: 基本顔画像ごとの特徴的な属性

基本顔画像	特徴的な属性名			
A	鼻比率			
B	眉面積	口位置	口比率	
C	目比率	鼻比率	口位置	顔形状

表3: 基本顔画像ごとの属性カウント値の順位

順位	基本顔画像A			基本顔画像B			基本顔画像C		
	アンケート1	アンケート2	アンケート3	アンケート1	アンケート2	アンケート3	アンケート1	アンケート2	アンケート3
1	口比率	目傾き	眉面積	目面積	目傾き	目比率	目比率	口比率	口面積
2	顔形状	眉位置	鼻比率	鼻面積	口位置	眉面積	鼻比率	眉面積	眉位置
3	口面積	鼻比率	口面積	眉比率	顔面積	口面積	目傾き	鼻比率	目面積
4	顔比率	目面積	眉位置	眉面積	眉傾き	顔比率	眉面積	口位置	目傾き
5	眉位置	口位置	口位置		鼻比率	眉位置	目面積	目位置	口位置
6	鼻比率	口比率	顔比率		顔形状	口位置	顔形状	目傾き	鼻面積