

6C-3

輪郭線の特徴量を用いた形状類似検索の一検討

田邊 勝義 大谷 淳
NTT ヒューマンインタフェース研究所

1. はじめに

近年光ディスク等の蓄積媒体の進歩により大量のデータ蓄積が可能となり、画像データベースの構築が活発化しつつある。それに伴い画像の内容に基づいた検索の実現が期待されている。

画像データベースの構成はその使用目的に応じて種々考えられるが、筆者らはカテゴリー(もの名前)毎に画像が蓄積されたシステムを取り上げ、その類似形状検索について検討を進めており、すでに、表1に示す各種特徴量を取得し、類似尺度の検討を行っている[1][2]。

従来の方法でも、良く各図形の類似度を説明できるが、カテゴリーによっては図形の微視的な部分の特徴が類似評価に大きく影響し、心理的には類似しているが特徴量が異なり心理量と物理量との整合がうまくとれないという問題点があった[2]。また従来、図形間で対応する特徴点の位置ずれを用いると類似度をうまく説明できることを示したが[1]、自動的な対応点探索が難しいという問題が内在していた。

これらの問題を解決するために、対応点探索が要らず、大局的な概形に注目した輪郭線の特徴量を用いた方法を検討したところ、心理量とよく対応がとれたので報告する。

2. 形状類似画像検索

本類似検索においては、各カテゴリー毎に標準図形(モデル)を考え、蓄積画像中の対象の標準図形からの"変形"を利用して類似検索を行う。ここでは、画像から特徴ベクトルを抽出し、人間の類似性の感覚と合致した類似尺度を構成する方法について検討する。

3. 類似評価の基本的な考え方

形状の類似性の評価は同一のカテゴリーに属する画像について行う。例えば、「壺A」と「壺B」の類似性の評価は行うが、「壺」と「机」の類似性の評価は考えない。また、①相似形は同じ図形と考える②回転は考慮せず、上下左右はラフに合わせた後の図形を対象とする。

4. 形状類似尺度構成手順

図1に類似尺度構成手順を示す。まず、原画に2値化を施し、輪郭線の抽出を行い、さらにこれ

A Study of Similarity Shape Retrieval using contour data

Katsuyoshi Tanabe, Jun Ohya
NTT Human Interface Laboratories

をB-Spline曲線で近似する。この曲線から輪郭線の位置情報、曲率と凹部の各特徴量を求め、標準図形における特徴量との差分を求める。

この求めた差分特徴量と心理評価量との対応を求めるために、重回帰分析を行う。心理量は後述のように、画像間の主観評価により求める。

以上のようにして、人間の感覚と対応した類似尺度が構成できると考えられる。

表1 図形の性質と特徴量との関係

Table with 2 columns: 性質 (Property) and 特徴 (Feature). Rows include: 大局性 (Globality), 局所性 (Locality), 分散 (Dispersion), 歪度 (Skewness), 尖度 (Kurtosis).

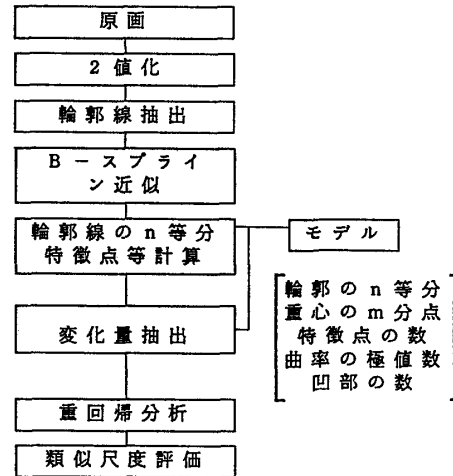


図1 画像の類似尺度の評価手順

5. 特徴の記述

各図形の座標値は、各図形の重心から輪郭線への平均半径がモデルの標準図形の平均半径と等しくなるように補正し、重心からの相対位置で表わす。以下に今回用いた5つの輪郭線特徴を示す。

(1)輪郭線n等分点の座標の変化量(n:自然数)

dc p_j = (1/n) * sum_{i=1}^n |x cp_j i - x cp_0 i| + |y cp_j i - y cp_0 i| (j=1, 2, ..., n; 0:重心)
cp_j i, cp_0 i (i=1, ..., n)は輪郭線のn分割点。cp_j 1, cp_0 1は図形を左上から横方向にスキャンして行き、最初に見つけた輪郭点。

この輪郭点は特徴点である場合が多い。このn等分点は図形の大きさに左右されず、図形

全体一様に分布する。図2に例を示す。本報告では8等分を用いた。

- (2) 図形の重心を通るm等分の放射状直線と輪郭線との交差点の座標の変化量

「m = 2 のべき乗 (>= 4)」

$$d r p_j = (1/m) \sum_{i=1}^m |x r p_{ji} - x r p_{0i}| + |y r p_{ji} - y r p_{0i}| \quad (j=1, 2, \dots; 0: \text{中心})$$

rp_{ji}, rp_{0i} (i=1, ..., n) は重心のまわりをm等分する放射状直線と輪郭線との交差点(最も長い2直線を形成する両側の2点の輪郭点)。rp_{j1}, rp₀₁ は重心の垂直上方向の輪郭点。

図3に例を示す。本報告では、一例として垂直・水平の2直線を用いた。

- (3) 図形の特徴点数とモデルとの差
ここでは、図形の特徴点をしきい値th以上の曲率の数、連続する垂直・水平線の中心の数の和とする。
- (4) 図形の曲率の極値数とモデルとの差
図形の曲率の極値とは図形の連続的に変化している曲率の極大値、極小値の数である
- (5) 図形の凹部の数とモデルとの差

図形の凹部の数とは図形の輪郭線が閉領域内部方向に向かっていている部分の数である。

6. 実験結果と考察

6.1 対象画像と主観評価

対象とする画像は164画像の白色無背景の輪郭形状図形で、魚(32)、葉(32)、飛行機(32)、蝶(32)、葉の代表形状(13)、壺(13)、スプーン(10)の7種類(括弧内は蓄積画像数)を用いる。それぞれモデル図形が1画像ずつある。葉の代表形状とは、葉の形状について分類を行い、葉を13種類の代表的な形状で表現するものである[図4]。

一方、被験者21人(男性18人;女性3人)が各カテゴリー毎にモデル図形と蓄積画像との類似度を5段階評価(小数点を含む)するものを主観評価データとして用いる。

6.2 類似度の評価

一例として、葉の代表形状について、5.で求めた特徴量を説明変数、主観評価値を目的変数として重回帰分析を行った結果を図5に示す。重相関係数は0.99であり、F検定を行うと62.14 > F(5, 6; 0.01) = 8.75で、回帰式として危険率1%水準で有意性がある。したがって、この輪郭線から抽出した特徴量は心理的な類似度をよく反映していることがわかる。また、文献[2]でよく推定できなかった葉も重相関係数0.83とかなりよく推定することができた。

この特徴(1)(2)の各分割点は心理的な特徴点でなくとも類似図形が大局的にもっている性質(図4(2)細い, (12)丸い)を捕らえることができる。

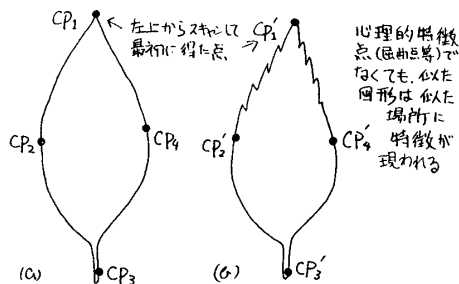


図2 特徴(1)の例 (n=4の場合)

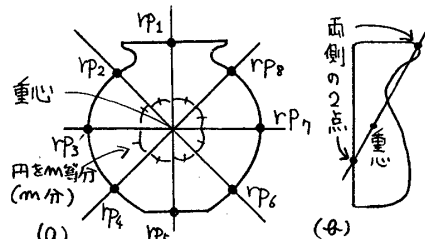


図3 特徴(2)の例 (m=8の場合)

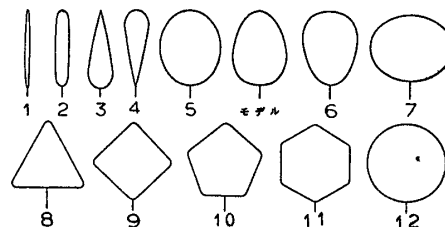


図4 葉の代表形状

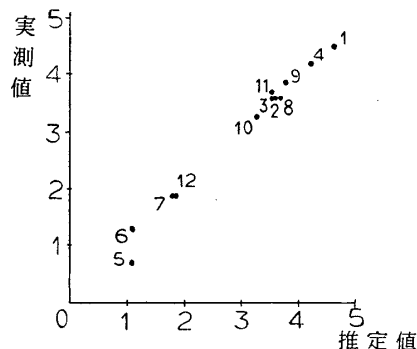


図5 回帰推定値と実測値

7. おわりに

輪郭線の特徴量を説明変数、心理評価量を目的変数として重回帰分析を行ったところ、大局的な図形の概略をうまくとらえることができた。しかし、本手法では局所的な特徴の変化をとらえることは難しい。

今後は従来の方と本方法を組合せ、より良い類似尺度の構築を目指すつもりである。

文献 [1]田邊、大谷: "形状類似画像検索における類似評価の一検討", 情処全大 Vol. 37, 5V-2, pp157-3-1574 (1988)

[2]田邊、大谷: "形状類似画像検索における類似尺度の検討", 信学技報 PRU88-68 (1988)