

多方向投影曲線に基づいた図形の類似判定

北海道大学大学院工学研究科 ○大澤和哉 渋川勝久 岸浪建史

— 要旨 —

図形の類似性を判定する手法はさまざまである。それは図形を見る観点、つまり選ぶ特徴量によって異なる手法が存在するからである。本報告では対象図形の構造を特徴量とし、それを比較するために多方向からの投影曲線を用いる手法を提案する。これは幾つかの方向から対象図形の投影データを求め、その比較により類似度を算出するというものである。対象画像として主に日本の家紋を用いて検証する。

1. はじめに

今現在、デジタルカメラやスキャナーなどの画像入力装置の増加やインターネットの普及などによって、様々な画像が氾濫し、画像データベースの画像の量が膨大になっている。そのため、ユーザーが画像データベースから類似した画像を検索したいという要求が最近になって高まってきている。そこで本研究では、類似した形状を持つ画像を画像データベースから検索する事を大きな目的としてとらえ、従来の研究ではあまり用いられていない特徴量として、画像の構造を抽出することを考える。

具体的には、計算機により図形間の類似性を自動判別する新たな手法として多方向からの投影曲線を用いる手法を提案し、実際に幾つかの画像を対象として計算機実験を行い、その結果を検討することを目的とする。ここでは対象に日本の家紋を用いている。これは手に入りやすく、類似性判定処理を行うことが容易にできるグレースケールの画像であり、特徴として構造を持つ幾何的な図形という基準で選んだ。

2. 本手法

2.1 本手法の概要

本手法の概要を図1に示す。本手法は前処理、特徴抽出、評価の3つの処理系からなっている。

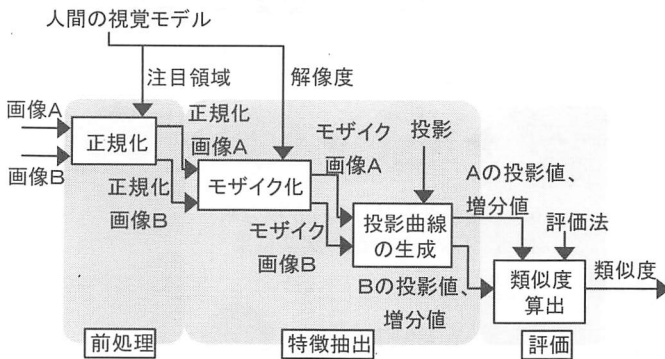


図1 本手法の概要

2.2 正規化

家紋画像はその形がしめている領域がまちまちである。そこで同じ大きさで比較するため入力画像の上下左右端を検出し、外接矩形を取り、64×64画素に統一した。

2.3 モザイク化

解像度を幾つかの段階に分けモザイク化する。この処理により、人が二つの図形を見比べるときに大雑把に見たり、細かく見たりする見方の粗さを表現できると考える。

2.4 投影曲線の生成

ある画像に対し、幾つかの方向から投影を行い、その数が十分であれば再構成が可能である。言い換えれば適当な投影の集合は元の画像と等価である。この考えに基づき、もとの2次元画像のままではうまく抽出することが難しい構造的特徴を、多方向からの投影曲線から取り出そうというのが本手法である。以下に実際の手法を示す。

画素値 a_{ij} の集合で表せる画素数 $2^n \times 2^n$ の画像を A とする。

$$A = \{a_{ij} \in [0, 255] \mid i, j \in [0, 2^n - 1]\} \quad (1)$$

$i, j \in N, \quad n : \text{整数}$

ここで、 $k \in [-n, n]$: 方向を示す番号(ライン番号),

e_k : 方向 k のラインに含まれる画素数

$L_k = l_1 + 2l_2$: 方向 k のときのラインの総数

$l_1 = 2^n - 2^{n-|k|} + 1$: $e_k = 8$ のライン数

$l_2 = 2^{n-|k|} - 1$: $e_k < 8$ のライン数

とすると投影値は

$$f_k(x) = \begin{cases} \sum_{\substack{i \in [0, 2^n - 1] \\ m(i, k, x) \in [0, 2^n - 1]}} a_{i, m(i, k, x)} / e_k & (-n \leq k < 0) \\ \sum_{\substack{j \in [0, 2^n - 1] \\ m(j, k, x) \in [0, 2^n - 1]}} a_{m(j, k, x), j} / e_k & (0 \leq k \leq n) \end{cases} \quad (2)$$

ただし、

$$m(i, k, x) = \left\lfloor \frac{i}{2^{|k|}} \right\rfloor + x - (2^{n-|k|} - 1) \quad (3)$$

$x \in [0, L_k - 1]$

ここで $a_{(63-j)}$ \rightarrow a_{ij} とすると時計回りに 90° 回転した画像になり同じ手法が適用できる。(図2)

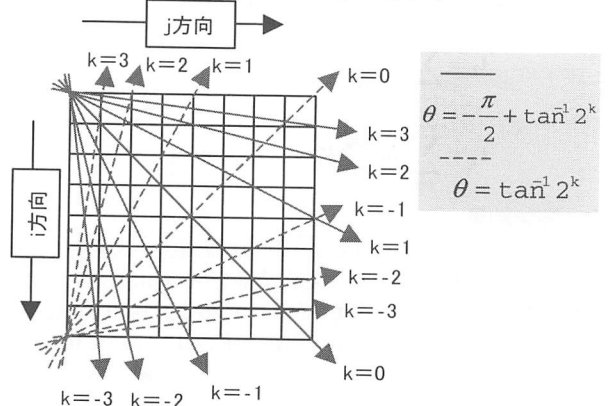


図2 n=3 のときの投影方向

このように得られる投影値 $f_i(x)$, そこから以下の式で得られる増分値 $g_i(x)$ を特徴量として評価に用いる.

$$g_i(x) = f_i(x-1) - f_i(x) \quad (4)$$

ただし $f_i(-1) = 0$ とする.

2.5 類似度算出

前節で述べた特徴量を用いて類似度を 0~100 の値で求める. 本研究では 4 つの評価法を用いている.

投影のラインの総数を I , 入力画像の投影値を $f_k(x)$, 増分値を $g_k(x)$, 比較画像の投影値を $\hat{f}_k(x)$, 増分値を $\hat{g}_k(x)$ とする.

手法①

投影値の差に応じて加点する方式

$$\delta_k^1 = (255 - |f_k(x) - \hat{f}_k(x)|) / 255 \quad (5)$$

手法②

投影値の比に応じて加点する方式

$$\delta_k^2(x) = \begin{cases} f_k(x) / \hat{f}_k(x) & (f_k(x) < \hat{f}_k(x)) \\ \hat{f}_k(x) / f_k(x) & (f_k(x) \geq \hat{f}_k(x)) \end{cases} \quad (6)$$

手法③

増分値の差に応じて加点する方式

$$\delta_k^3 = (510 - |g_k(x) - \hat{g}_k(x)|) / 510 \quad (7)$$

手法④

増分値の比に応じて加点する方式

$$\delta_k^4(x) = \begin{cases} g_k(x) / \hat{g}_k(x) & (g_k(x) < \hat{g}_k(x)) \\ \hat{g}_k(x) / g_k(x) & (g_k(x) \geq \hat{g}_k(x)) \end{cases} \quad (8)$$

各方式における類似度 S^p を

$$S^p = \frac{\sum_x \sum_k \delta_k^p(x)}{I} \times 100 \quad (9)$$

ただし $p = \{1, 2, 3, 4\}$

で評価する.

3. 実験

以上の手法を用いて幾つかの画像に対して実験を行った. 対象とした画像の一例を図 3 に, またモザイク化の処理により, 解像度を 8×8 と 64×64 の二通りに変化させた場合の手法①~④の結果を図 4 に示す.

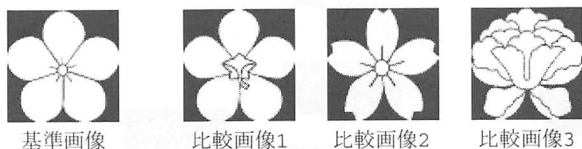


図 3 実験使用画像

実験より以下のような結果が得られた.

- ①, ②の結果より, 明るいものは上位に, 暗いものは下位にきている. これは, 特徴量に投影値を用いることはもとの画像の明るさを見ていることであるといえる.
- ①, ②の結果より, 特徴量に投影値をそのまま用いた場合は, 解像度を変化させても類似度の順位にはあまり大きな変化はない. これは, 解像度を変化させても, 部分的な明るさはあまり変わらないためだと考えられる.

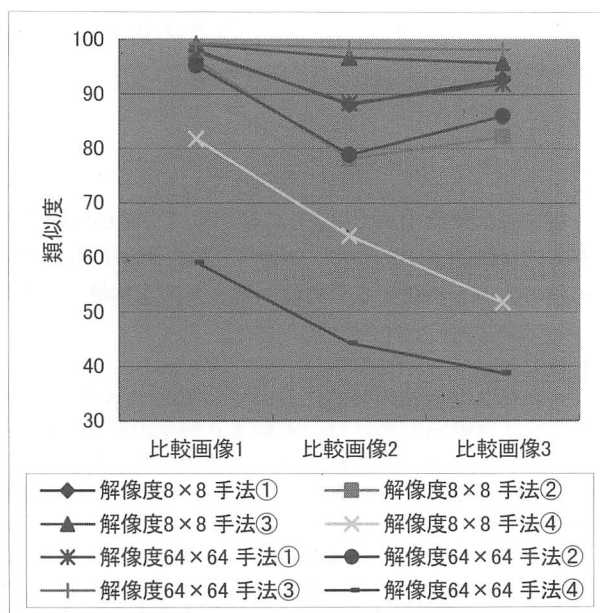


図 4 実験結果

計算コストを考えれば解像度が低いものを用いたほうがよい.

- ①, ②の結果より, 特徴量に投影値をそのまま用いた場合は, その評価にその差を用いたものと比を用いたものとは順位に大差はない. ただ②を用いたほうが一つの類似度の差が大きくなるようである.
- ③, ④の結果より, 特徴量に投影の増分値を用いると, 一つ一つの類似度の差が小さくなってしまふ. これは実験に用いた家紋というものが, どれも端のほうがか暗いため, 投影曲線が始めは徐々に上がっていき, 最後は徐々に下っていくという形になってしまうからである. 何らかの重みを持たせて, 差を大きくする工夫が必要である.
- ①, ②の結果及び③, ④の結果より, 投影値をそのまま用いるよりもその増分を用いた方が, より構造的な特徴を反映した結果が出ている. 特に基準図形に対し, 比較図形 2 が①, ②に比べ, ③, ④で比較画像 3 よりも順位が上に来るのはその構造を見ることができているからであると考えられる.

4. 終わりに

本研究では, 投影曲線を用いることによる, 画像の構造を特徴量として抽出する新たな手法を提案した. また実際に家紋画像を用いた計算機シミュレーションによりこの手法の有効性が確かめられた.

【参考文献】

- [1] 片岡 桂: 多重空間分割を用いた DCT 係数による家紋の類似判定, 北海道大学工学部卒業論文 (2000)
- [2] 斉藤恒雄: 画像処理アルゴリズム, 近代科学社
- [3] 廣田 薫: 画像パターン認識, マグロウヒル
- [4] James Z. Wang: Integrated region-based image retrieval, Kluwer Academic Publishers