

ウェーブレット変換と高次局所自己相関特徴量を用いた 5 T - 5 対話的類似画像検索システム

小早川 倫広 平方 雅隆 星 守 大森 匡
電気通信大学大学院 情報システム学研究所

1 はじめに

画像データベースに対して、画像内容に基づく類似画像検索システムへの要望が高まっている。これまでに我々は、画像をウェーブレット変換し、ウェーブレット係数空間上でいろいろな画像内容を捉えることで、画像内容に基づく検索を統一的に取り扱うことのできる類似画像検索システムを提案してきた [1][2]。本稿では、画像検索機能をウェーブレット変換と高次局所自己相関特徴量を用いて同一の枠組上で実装した類似画像検索システムのプロトタイプを示し、その評価実験について述べる。

2 対話的類似画像検索システム

現在、さまざまな画像内容による検索に対応しているシステムとして IBM の QBIC[3] が挙げられる。QBICの方針は、個々の画像内容に対して、個別にそれぞれのアルゴリズムを用意してシステムを構成している。しかし、画像内容に個別に対応するだけでは、シンプルで効率的な検索システムを構築することは難しい。また、画像のウェーブレット係数を単純に索引とする [4] ことは、画像の検索を困難にする。

我々の基本方針は、画像をウェーブレット変換して得られた多重解像度空間から特徴量を算出、その画像の大局的な情報を持つ特徴空間と局所的な情報を持つ特徴空間を統合し、画像検索に対してロバストな索引を生成して画像検索に使用することである。本稿で示す類似画像検索システムの枠組として、1) ウェーブレット変換による多重解像度解析を用いる。2) 特徴量抽出に高次局所自己相関関数を用いる。この操作により各画像の各解像度の特徴を生かした索引の生成と統合を可能にしている。

上記の枠組で、対話的類似画像検索システムのプロトタイプシステム (図 1) を構築し、評価実験を行った。このプロトタイプの画像データとして、国立歴史民俗博物館の民俗学資料カードの写真 3315 枚を用いた。このプロトタイプでは、検索者がスケッチ画、写真や写真に手を加えた画像を質問画像として、類似画像検索ができる。また、検索者は、検索結果の候補画像を見ながら、質問画像を作り直すことを繰り返す、対話的な検索ができる。本稿では、プロトタイプシステムの評価実験を中心に述べる。ウェーブレット変換、高次局所自己相関特徴量、対話的検索手法の詳細については、文献 [1][2] を参照して頂きたい。

3 類似画像検索システムの評価

類似画像検索の評価は、人間の主観が関係する場合が多く、客観的な評価が難しい。類似画像検索では、目的に

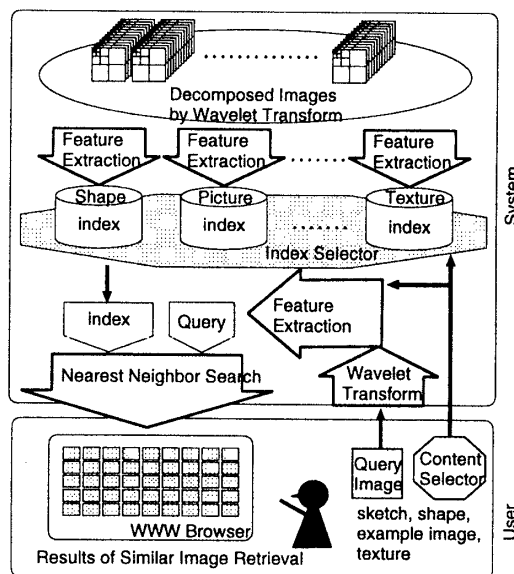


図 1: 対話的類似画像検索システム概略図

近い画像として出力された候補画像群の中に目的に近い画像がどれくらい含まれているかという基準と、目的に近い画像が候補画像のうち何番目に出力されているのかという基準は、重要な評価基準である。

3.1 評価基準

まず、候補画像の総数中に対する類似画像の割合を出現率

$$r_1 = \frac{N_s}{N_m} \quad (1)$$

とする。ここで、 N_s は候補画像として出力された画像の中でユーザが目的の画像に近いと思った画像の総数 (類似画像)、 N_m は候補画像として出力された画像の総数 (ユーザが指定する)。出現率 r_1 を、システムの大まかな性能評価として使用する。

もう一つの評価基準として、得点率を次のように定義する。まず、候補順位 n の画像には、次のような基準で得点 $s_n = N - n$ を与える。ただし N は、画像データベース中の画像総数。類似していると判断された画像の得点の総和 $\sum s_i$ と候補画像として出力された画像の総得点 $\sum_{i=1}^{N_m} s_i$ との比を、得点率

$$S = \frac{\sum s_i}{\sum_{i=1}^{N_m} s_i} \quad (2)$$

と定義する。以下では、出現率と得点率を用いて、検索性能を評価する。出現率、得点率ともに高ければ、その利

表 1: 手描きスケッチを質問画像として質問した時とその結果を使用して再度質問したときの出現率

質問画像番号	候補順位				
	10	20	30	40	50
q1	0.80	0.70	0.70	0.69	0.68
q2	0.40	0.45	0.33	0.33	0.26
q3	0.30	0.45	0.40	0.35	0.34
q4	0.10	0.05	0.07	0.07	0.07
r1	1.00	0.95	0.98	0.90	0.88
r2	0.50	0.30	0.30	0.25	0.22
r3	0.40	0.40	0.40	0.38	0.32
r4	0.10	0.10	0.12	0.14	0.13

用者にとってシステムが有効であることがわかる。しかし、システムの絶対的な評価ではないことに注意が必要である。

3.2 評価実験

まず始めに、検索者が「かま」、「羽子板」、「櫛」、「ざる」をイメージして描いたスケッチ画像を質問画像(図 2.(q1)~(q4))として、スケッチ画像検索を行い、さらにスケッチ画像検索で候補画像として出力された結果の中から画像(r1)~(r4)を選び、これらを質問画像として輪郭画像検索を行った。その検索結果を前記の2つの評価基準に関して、次のように調べた。ここでの評価は、検索者本人の他に評価者5人で行った。まず検索者が、スケッチを手描きし、スケッチ画像検索を行う。その結果の候補画像の表示枚数を50枚として、次のように評価計算をする。まず、検索者は、どのような「もの」を検索しようとしたかを評価者5人に対して告げる。評価者は、検索結果の50枚の候補画像から、検索者が探している「もの」と類似していると判定した画像の数とそれらの画像の順位を調べる。例えば、検索者が図2(q1)を検索した時は、検索者は「かま」の画像を調べていることを、評価者に告げる。以上のようにして、検索者と評価者5人の計6人の平均出現率、平均得点率を求める。この結果を表1,2に示す。

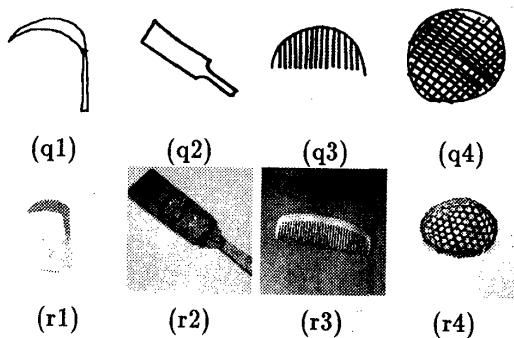


図 2: 評価実験に用いた手描きスケッチ画像(q1~q4)と質問画像として選んだ画像(r1~r4)

3.3 考察

まず、最初に行った手描きスケッチを質問画像としたスケッチ画像検索の場合は、「かま」のスケッチ画像検索の出現率0.68、得点率0.68はよい成績と言え、この結果から「かま」のスケッチ画像検索の結果はよかったと言える。また、「ざる」のスケッチ画像検索では、出現率

表 2: 手描きスケッチを質問画像として質問した時とその結果を使用して再度質問したときの得点率

質問画像番号	候補順位				
	10	20	30	40	50
q1	0.80	0.70	0.70	0.69	0.68
q2	0.40	0.45	0.33	0.33	0.26
q3	0.30	0.45	0.40	0.35	0.34
q4	0.10	0.05	0.07	0.07	0.07
r1	1.00	0.95	0.97	0.90	0.88
r2	0.50	0.30	0.30	0.25	0.22
r3	0.40	0.40	0.40	0.38	0.32
r4	0.10	0.10	0.12	0.14	0.13

0.07、得点率0.07でともに低い値であった。しかし、データベース中に含まれる「ざる」の画像は7枚しかないのので、出現率の上限は、 $7/50=0.14$ であり、上記の出現率が必ずしも悪い値とは言えない。そして、以上の検討から、「かま」、「ざる」ともに該当する画像をよく選び出していると言える。

次に、スケッチ画像検索の結果得られた候補画像の1枚を用いて、輪郭画像検索を行った場合、「かま」に対しては、出現率0.88、得点率0.88でスケッチ画像検索の時に比べて約30%高くなった。よって、スケッチ画像検索の時よりも「かま」をよく選び出しているといえる。また、「ざる」に対しては、出現率0.13、得点率0.13である。前述したように、ざるの出現率の上限を考えるとこの結果は良い結果であるといえる。以上のことから、手描きスケッチ画像を最初の質問画像としてスケッチ画像検索し、その検索結果の候補画像を用いて検索を行うことにより、出現率、得点率がともに上昇し、検索者の所望の画像が上位に候補として挙げられていることが分かる。このことから、対話的(繰り返し)検索が有効であったと言える。

4 まとめ

ウェーブレット変換と高次自己相関特徴量を使用することで、それぞれの画像内容に基づいた類似画像検索を同一の枠組の中で取り扱うことができることを述べた。またそれによる対話的類似画像検索システムを示し、プロトタイプシステムの評価を行なった。対話的な検索により、質問画像が利用者によるスケッチ画像のような曖昧なものから目的とする画像を検索できることを示した。

参考文献

- [1] 星守, 大森匡: ウェーブレット変換を用いた類似・概略画像の検索方式と歴史民俗画像データへの適用, 平成7年度~平成8年度科学研究費補助金基礎研究(C)(2) 研究報告書(1997).
- [2] 本谷佳代, 小早川倫広, 星守, 大森匡: ウェーブレット変換を用いた画像データベースにおける対話的類似画像検索方式, 電子情報通信学会 データ工学研究会, Vol. DE97, No. 3, pp. 13-18 (1997).
- [3] Flickner, M., Sawhney, H., Niblack, W., Ashiley, J., Huang, Q., Com, B., Gorkani, M., Hafer, J., Lee, D., Petkovic, D., Steele, D. and Yanker, P.: Query by Image and Video Content: The QBIC System, *IEEE Computer*, Vol. 28, No. 9, pp. 23-32 (1995).
- [4] Stollnitz, E. J., Deroose, T. D. and Salesin, D. H.: *Wavelets for Computer Graphics*, Morgan Kaufmann Publisher, Inc. (1996).