

ウェーブレットを用いた高速カラー画像検索システムの構築

3Q-3

高野 茂* 新島 耕一**

九州大学大学院システム情報科学研究科情報理学専攻

1 はじめに

インターネットの急速な普及によって、膨大な画像データベースに容易にアクセスできるようになった。これらの画像データベースから、ユーザーが必要とする画像を取り出す場合、いまはほとんどが画像のラベルによる検索に依存している。しかしながら、画像のラベルに対する知識がないときは、視覚的な情報からその画像を検索することが必要となる。そのような検索システムはいくつか開発されているが[2]、まだ画像の類似度の理論に問題が残っている。

本稿では、膨大な画像データベースの中から、ユーザーが提示する曖昧な質問画像に類似した画像を効率よく照合検索するシステムの構築法を提案する。

画像情報は冗長な成分を多く含んでいるので、なんらかの処理を用いて画像の特徴を抽出し、照合する必要がある。最近、ワシントン大学のグループは、Haar ウェーブレット非標準分解を用いて、原画像と同等な高周波成分画像を構成し、さらに量子化して画像照合するシステムを開発した[1]。しかしながら、このシステムは位置ずれに弱い高周波成分を直接照合しているため、曖昧な質問画像を用いると照合精度が著しく劣化する。本稿では、Haar ウェーブレットと正規直交スプラインウェーブレットを採用し、ウェーブレット分解として、各解像度レベルにおける高周波成分が明確に現われる標準分解[1]を用いる。さらに位置ずれの影響をなくすために高周波成分に対して離散フーリエ変換を施してスペクトル画像を作成し、量子化することによって高精度の照合システムを構築する。

2 画像処理

2.1 ウェーブレット多重解像度解析

ウェーブレットを用いると、画像を低周波成分と高周波成分とに分割することができる。逆にこれらの成分から元の原画像を復元することもできる。Haar ウェーブレット分解を1回施したものを図1に示す。こうして得られた低周波画像 C^0 を原画像とみなすと、さらに低周

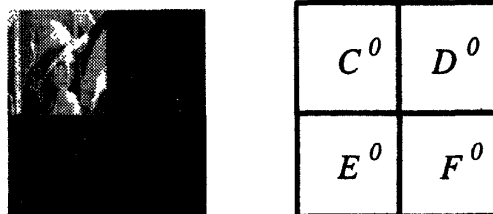


図1: ウェーブレット標準分解

波成分と高周波成分に分解することができる。もちろん、これらから C^0 を復元することもできる。このように次々に分解や復元を繰り返す操作を多重解像度解析とよぶ。

2.2 スペクトル画像

本稿では、分解画像の一部に対して離散フーリエ変換を施し、周波数特性を計算する。そのうちの振幅特性、つまりパワースペクトルを画像化することで、スペクトル画像を作成する。

3 画像検索システムの構築

3.1 照合尺度の定義

質問画像 $Q(128 \times 128)$ に対して、低周波成分が1ピクセルになるまでウェーブレット標準分解を施したものを \tilde{Q} とする。 \tilde{Q} のうち、位置ずれがもっとも顕著に現れる

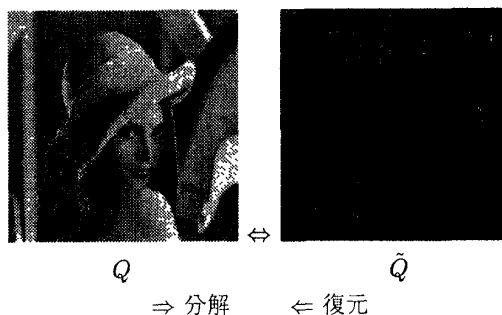


図2: 多重解像度解析

第1高周波成分のパワースペクトルをとり、さらに全体を(0,1)量子化して新しい画像 \hat{Q} を作る。データベース画像 T に対しても同じ操作を行い、 \hat{T} と \hat{T} を作成する。そして、これらに対して次のような位置ずれに頑健な照

Fast color image searching system using wavelets
Shigeru Takano Koichi Nijima
Department of Informatics, Graduate Student, Kyushu University*
Department of Informatics, Kyushu University**
6-1 Kasugakouen, Kasuga, Fukuoka 816, Japan



図 3: スペクトル画像

合尺度を導入する.

$$\|Q - T\|_f = \sum_{\hat{Q}(i,j)=1} |\hat{Q}(i,j) - \hat{T}(i,j)|.$$

3.2 アルゴリズム

本稿では、3つのカラーチャンネルに分解する方法としてYIQ分解を採用する。そして、各チャンネルごとに画像番号リスト $D_Y(i,j)$, $D_I(i,j)$, $D_Q(i,j)$ を作成する。これらのリストには、各 (i,j) において係数が1の画像番号 k が格納されている。質問画像 Q と k 番目のデータベース画像 T_k との照合尺度を

$$\text{Score}(Q, T_k) = \|Q - T_k\|_f$$

のように表し、すべての k に対してこれを計算する。照合尺度の計算アルゴリズムは以下の通りである。

function ScoreQuery(Image Q):

for データベース画像 k **do**

Score(Q, T_k) = M ;

endfor

for カラーチャンネル c **do**

for $\hat{Q}_c(i,j) == 1$ **do**

for $D_c(i,j)$ のすべての要素 k **do**

Score(Q, T_k) = 1;

endfor

endfor

endfor

return Score;

endfunction.

ここで、 M とは $\hat{Q}(i,j) = 1$ を満たす (i,j) の組数である。Score(Q, T_k) が最小となるデータベース画像 T_k を質問画像に最も類似した画像と判断する。

4 シミュレーション

まず WWW 上で公開されている WebMuseum* にある絵画画像から 100 枚を取り出し、データベース画像とした。そして、3章で述べたアルゴリズムを用いて画像検索システムを構築した。なお、システムは、SGI Octane R10000 上で C 言語を用いて実現した。シミュレ-

*http://SunSITE.sut.ac.jp/wm/

ションでは 100 枚のスクアナ質問画像と 100 枚のモノクロ質問画像に対して検索実験を行なった。スクアナ質問画像とモノクロ質問画像の 1 例を図 4 に示す。検索実験



スクアナ画像

モノクロ画像

図 4: 質問画像

をすべての質問画像 100 枚に対して行った結果を表 1 に示す。1 枚に対する検索時間は、6msec であった。

表 1: 成功率

	スクアナ質問画像	モノクロ質問画像
Haar	95/100	100/100
O-spline	95/100	98/100

5 まとめ

2つのウェーブレット標準分解 (Haar, O-spline) を用いて、高速カラー画像検索システムを構築した。頑健な照合を実現するために、ウェーブレット分解画像の第1高周波成分に対して離散フーリエ変換を施し、位置ずれに不変なスペクトル画像を作成した。また、それらを量子化した画像に対して、画像照合尺度を新たに導入した。その結果、質問画像のターゲットとするデータベース画像を、高速にしかも高精度で検索することができた。本稿で提案した照合尺度は、色情報をもっている低周波成分画像の照合を行っていない。今後の課題として、照合尺度にどの程度の色情報を考慮に入れるかや、照合尺度の理論的意味づけなどが残っている。また、ウェーブレット分解は、画像が奇数ピクセルずれたものと偶数ピクセルずれたものとは異なった高周波成分を抽出する。このような位置ずれがある場合、位置ずれに不変なスペクトル画像を作成することができない。とくにサポートの短い Haar ウェーブレットを用いたシステムでは、照合精度が著しく劣化すると考えられる。この高周波成分に対する問題点を解決することも今後の課題である。

参考文献

- [1] E. J. Stollnitz, T. D. Deroose, D. H. Salesin, *Wavelets for Computer Graphics*, Morgan Kaufmann Publishers, Inc. San Francisco, California, 1996.
- [2] W. Niblack, R. Barber, W. Equitz, M. Flickner, E. Glasman, D. Petkovic, P. Yanker, C. Faloutsos, and G. Taubin The QBIC project: Querying images by content using color, texture, and shape. In *Storage and Retrieval for Image and Video Database*, SPIE, 173-187, 1993.