

色相を活用した画像データベースからの索引情報抽出

中村 直人[†], 高野 茂^{††}, 新島 耕一^{††}[†]九州大学理学部物理学情報理学コース^{††}九州大学大学院システム情報科学研究所

1 はじめに

インターネットの普及により、ユーザーは様々な形態の膨大なデジタル画像にアクセスできる。また動画画像を静止画像の集合とみなすと、その数は莫大なものとなる。これらの画像群からユーザーが必要とする画像を高速に見つけ出すために、画像の特徴を効率よく表現し、それらを高速に照合検索する技術の開発が必要不可欠である。

画像検索技術には、文字情報のみを用いる方法や画像情報のみを用いる方法がある。また、両方を用いた方法も提案されている [1]。本稿では、画像の色相情報を活用し、画像データベースから索引情報を抽出する方法を提案する。具体的には、まず画像から選び出した代表色による領域分割を行う。次に、各色領域の上下関係を考慮したレイヤーに分解し、そのレイヤーの重なり配置情報から特徴ベクトルを作成し、索引情報をもつ特徴データベースを構築する。

2 領域分割

一般的に扱われている画像はR(赤),G(緑),B(青)の3値で表現されているが、本稿では、これらをH(色相),S(彩度),V(明度)に変換する。その際に、彩度が、ある程度低いピクセルは無彩色として扱い、その明度によって黒色,灰色,白色に分類する。それ以外のピクセルは、色相情報のヒストグラムから得られた代表色に分類する。具体的には、そのピクセルの色相情報と代表色との距離が最も近いものに分類する。このような変換ののち、画像を代表色5色と無彩色3色の計8色で表すことによって領域分割を行う。後のために、領域分割して得られた色領域をラベル付けしておく。図1は領域分割の例である。

3 領域のレイヤー化

レイヤーとは、色を層状に配置する方法である。各層において、色を配置していない場所は透過するように決められており、積み重ねられた層を上から



原画像

分割後

図 1: 色相情報による領域分割

見たものが画像となる。本稿では、領域分割された画像を層状に分解する方法を提案する。これをレイヤー化とよぶ。

領域をレイヤー化する上で重要なことは、隣接領域の関係である。対象となる領域が、レイヤー化することによって隣接領域の上方の層になるのか、下方の層になるのか、あるいは上下関係がないのかを決定することが問題となる。本稿では、円形度という基準を用いて上下関係を決定する。ここで円形度 e は

$$e = 4\pi \frac{S}{l^2}, \quad 0 \leq e \leq 1$$

で定義される。ただし、 S は領域の面積を表し、 l は領域の周囲長を表す。円形度は円に近付くほど1に近づく性質があり、領域の形状の単純度を表す指標にもなる。レイヤー化の手順は以下の通りである。

1. 領域とその隣接領域において、各ピクセルと重心の距離の平均をそれぞれ計算し、その平均が大きい方を下方レイヤー候補とし、もう一方を上方レイヤー候補とする。
2. 下方レイヤー候補の領域について、その領域自体の円形度と、上方レイヤー候補の領域を加えた場合の円形度を計算し、後者が大きくなれば、その二つの領域には上下関係があると判断する。
3. ステップ1, 2において、上下関係のついたレイヤーを一つのレイヤーとみなし、再帰的に処理を行う。この一連の操作を上下関係がつかなくなるまで全ての領域に対して行う。

この手順によって行ったレイヤー化の例を図2に示す。

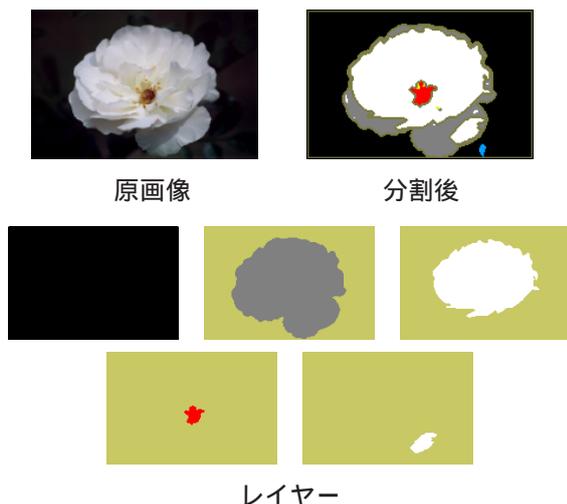


図 2: レイヤー化の例

4 索引情報の抽出と検索

前節で提案したレイヤー化法を用いて、画像の配置情報を抽出する。索引情報テーブルを作成するために、画像の座標 (i, j) における索引情報 $L(i, j)$ を次式によって定義する。

$$L(i, j) = \sum_{(a,b) \in M_{i,j}} \frac{S(b)}{S(a)} (S(a) + S(b)).$$

ここに、 a は i 番目の color をもつ色領域の番号を表し、 b は j 番目の color をもつ色領域の番号を表す。 $M_{i,j}$ は次のように与えられる:

$$M_{i,j} = \{(a, b) \mid a \text{ が表す色領域は } b \text{ が表す色領域の下方レイヤー}\}.$$

$S(a)$ は、 a が表す色領域の面積である。 $L(i, j)$ を用いて、表 1 のように索引情報テーブルを作成する:

表 1: 索引情報テーブル

	color1	color2	...	color8
color1	$L(1, 1)$	$L(1, 2)$...	$L(1, 8)$
color2	$L(2, 1)$	$L(2, 2)$...	$L(2, 8)$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
color8	$L(8, 1)$	$L(8, 2)$...	$L(8, 8)$

ここで、color1 から color5 は代表色を表し、color6 から color8 は、それぞれ、黒色、灰色、白色を表す。

各画像に対して索引情報テーブルを作成する。その集合を特徴データベースとよぶ。

5 シミュレーション

シミュレーションでは、解像度 192×128 の 2300 枚の画像から特徴データベースを作成し、画像検索

を行った。検索画像とデータベース内の k 番目の画像との類似度を測る指標としては

$$\sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^8 |L(i, j) - L_k(i, j)|^2$$

を用いた。ただし、 $L_k(i, j)$ は特徴データベース内にある k 番目の画像に対する索引情報の (i, j) 成分である。質問画像ならびに提案した方法により検索された上位 4 つの画像を図 3 に示す。



質問画像



第 1 位



第 2 位



第 3 位



第 4 位

図 3: 質問画像と検索結果

6 まとめと今後の課題

本稿では、色相情報を活用して画像を領域分割し、レイヤー化を行って配置情報を得た。それから索引情報テーブルを作成し、特徴データベースを構築した。そして、これを用いて検索を行った。提案した手法は、使用している HSV 変換の性質により、原画像の照明変化に対してある程度頑健である。今後の課題としては、索引情報の抽出の際に、画像から得られたレイヤー内にある領域の位置情報や形状情報を考慮することなどが挙げられる。

参考文献

- [1] Feng, H., and Chua, T., A learning-based approach for annotating large on-line image collection. The 10th International Multi-Media Modeling, pp.249 - 256, 2004.