

色領域分割に基づく部分(主)オブジェクト抽出による画像検索

芝井 貴生† 上野 義人‡

創価大学大学院 工学研究科 上野研究室†‡

1. まえがき

過去画像検索では IBM の QBIC やコロンビア大学の VisualSEEK などが開発、実用化されている。1) 2)

QBIC は、画像中のピクセル値の平均値や、色の割合、レイアウト、テキストチャを特徴量として画像検索を行っている。

VisualSEEK は画像中の領域の切り出しを自動で行うという点で特徴的で、画像中のオブジェクトの位置情報や、オブジェクトの矩形領域による問い合わせなどを用いた画像検索システムである。

今回、画像内にあるオブジェクトを色情報を基に抽出し、その部分(主)オブジェクトの特徴量及び色特徴量を用いた類似画像検索手法について述べる。

2. 部分(主)オブジェクトを用いた画像検索手法

画像の内容検索には画像の色情報を基に検索する方法や、エッジの形状情報を基に検索する方法など各種あるが、ここでは画像内のオブジェクトに注目し画像の検索を行う方法について述べる。

今回、画像から同一色のオブジェクトを抽出し、その面積比、重心位置、矩形の縦横比、色情報を特徴量として画像検索を行った。

3. 色空間パレットの量子化

画像の特徴量として color histogram を用いる場合、画像中に使用されている色を量子化する必要がある。今、カラー画像を色空間 c で量子化する。色空間パレット P を n 色に区分したとすると

$$P = \{c_0 \cdots c_{n-1} \mid c_i \in c\} \quad (1)$$

となる。

このとき、色空間パレットを何色に減色するかは、画像内容によって最適値が存在する。色区分数が多いと、要素のない区分が大量に発生し非効率的である。しかし、余り少ない色区分数だと色空間の特徴量でカラー画像を特徴付けすることが出来ない。多くの研究では 64 減色や 256 減色を用いているが、64 減色を用いても色要素のない区分が多く発生する。

また、RGB 値は人間の視覚的特性にマッチしていない。したがって、RGB 値を HSI 値に変換し、色相環を 12 等分し量子化した。また明度が極端に大きいもしくは小さい場合、または彩度が極端に小さい場合は、色相に関係なく色は白、黒、灰色となってしまう。

そこで、下表の値の領域を白、黒、灰色とヒューリスティックに定めた。尚、 S, I の値は $0 \sim 1$ とした。

色	彩度(S)	明度(I)
黒		$0.0 \leq I \leq 0.15$
白	$0.0 \leq S \leq 0.1$	$0.8 \leq I \leq 1.0$
灰	$0.0 \leq S \leq 0.1$	$0.15 < I < 0.8$

4. 部分(主)オブジェクトの抽出

以下に画像内オブジェクトの自動抽出のアルゴリズムを示す

(Step 1) 対象となる全画素に対して 3 章で述べた色量子化を行う。

(Step 2) 同色相値で連続した領域を抽出するために、注目画素 8 隣接画素でのラベリング処理を行い同じラベル(色)を持った領域をオブジェクトとする。

(Step 3) 画像を特徴付けるオブジェクトは画像内で大きな領域を占めている場合が多い、したがって、面積の大きい順にオブジェクトを抽出する。

5. 部分(主)オブジェクトの特徴量と色特徴量による類似画像検索

いま、 $n \times m$ ピクセルを持つ画像を I とすると、部分オブジェクト k のピクセルの集合 Λ_k^I は

$$\Lambda_k^I := \{(x, y) \in I : I[x, y] = k\} \quad (2)$$

と定義できる。

いま、画像 I 中で部分オブジェクト k の占有率 $h_I(k)$ は

$$h_I(k) = \frac{|\Lambda_k^I|}{n \times m} \quad (3)$$

となる。

検索したい画像 Q の部分オブジェクトを l 、検索されるデータベース内の画像 I の部分オブジェクトを k とし占有率に関する類似度関数 $f_h(Q_l, I_k)$ は

$$f_h(Q_l, I_k) = |h_Q(l) - h_I(k)| \quad (4)$$

とする。

次に、画像 I 中の部分オブジェクト k の空間位置を $b_I(k)$ とし、 $b_I(k)$ を同じ部分オブジェクト k の平均空間位置座標で表現する。すなわち

$$b_I(k) := (\bar{x}_k, \bar{y}_k) \quad (5)$$

とする。

したがって、同じ部分オブジェクト k のピクセルの x 軸方向の平均 \bar{x}_k 、および y 軸方向の平均 \bar{y}_k は、次式で与えられる。

“A Content-Based Image Retrieval using the main object extracted by the color domain division”

† Takao Shibai · Ueno Laboratory, Graduate school of Engineering, Soka University

‡ Yoshito Ueno

$$\bar{x}_k = \frac{1}{n} \frac{1}{\Lambda_k} \sum_{(x,y) \in \Lambda_k} x \quad (6)$$

$$\bar{y}_k = \frac{1}{m} \frac{1}{\Lambda_k} \sum_{(x,y) \in \Lambda_k} y$$

平均空間位置座標に関する類似度関数 $f_b(Q_l, I_k)$ は

$$f_b(Q_l, I_k) = \frac{d(b_Q(l), b_I(k))}{\sqrt{2}} \quad (7)$$

とする。

$d(b_Q(l), b_I(k))$: 部分オブジェクト l と部分オブジェクト k の平均空間位置のユークリッド距離とする

また、画像 l 中の部分オブジェクト k の矩形をとり x 軸方向のピクセル数を X_k 、 y 軸方向のピクセル数を Y_k とし、部分オブジェクトの矩形の縦横比 $r_l(k)$ を以下の式で定める

$$\begin{aligned} X_k > Y_k \text{ の場合: } & r_l(k) = \frac{Y_k}{X_k} \times \frac{1}{2} \\ X_k = Y_k \text{ の場合: } & r_l(k) = 0.5 \end{aligned} \quad (8)$$

$$X_k < Y_k \text{ の場合: } r_l(k) = \left(1 - \frac{X_k}{Y_k}\right) \times \frac{1}{2} + 0.5$$

$r_l(k)$ は 0.0 に近づくほど横長、1.0 に近づくほど縦長を表すことになる。

縦横比に関する類似度関数 $f_r(Q_l, I_k)$ は

$$f_r(Q_l, I_k) = |r_Q(l) - r_I(k)| \quad (9)$$

とする。

また、画像 l 中の部分オブジェクト k の量子化後の色を $c_l(k)$ とし、色情報に関する類似度関数 $f_c(Q_l, I_k)$ は

$$f_c(Q_l, I_k) = \frac{D(c_Q(l), c_I(k))}{6} \quad (10)$$

とする。

$D(c_Q(l), c_I(k))$: 量子化された各色相の距離 ($D > 6$ のときは $D = 12 - D$ とする)

次に、検索したい画像 Q の部分オブジェクト l と検索されるデータベース内の画像 I の部分オブジェクト k の類似度関数 $f_s(Q_l, I_k)$ は

$$f_s(Q_l, I_k) = \frac{f_h(Q_l, I_k) + f_b(Q_l, I_k) + f_r(Q_l, I_k) + f_c(Q_l, I_k)}{4} \quad (11)$$

とする。

これにより、検索したい画像 Q の部分オブジェクト l と検索されるデータベース内の画像 I の部分オブジェクト k の類似度関数 $f_s(Q_l, I_k)$ が求まる。

6. 実験結果

110 枚のオブジェクトが写っているカラー画像から類似画像検索実験を行った。部分(主)オブジェクトは Query 画像、DB 画像ともに面積比の大きい順に 5 つ抽出した。それぞれ 5 つの部分(主)オブジェクトに対して類似度関数を求め、合計 25 個の類似度関数のうち最大値を類似度とした。

左上に Query 画像、検索結果は順に第 5 位まで出力し、fs は類似度を示す。

 Query	 fs=0.9755597	 fs=0.9666674
 fs=0.9648612	 fs=0.9639326	 fs=0.9555428
 Query	 fs=0.9780549	 fs=0.9652971
 fs=0.9636191	 fs=0.9588852	 fs=0.9578489

7. 結果と考察

背景が一色の場合や、オブジェクトがはっきりしている画像の場合精度良く部分(主)オブジェクトを抽出することができ、また類似したオブジェクト画像を検索することが出来た。

逆に、背景にいろいろな物が写っている場合や、オブジェクトが複雑な色で構成されている場合、オブジェクト抽出の精度は悪く、類似したオブジェクト画像を検索することは出来なかった。

8. おわりに

色情報を基にオブジェクトを抽出し、面積比、重心位置、縦横比、色情報の特徴量を求めて、類似度を計算するオブジェクト画像検索を試みた。その結果有効なオブジェクトを抽出し、検索することが出来た。

今後、部分オブジェクトを統合することによる複数の色を持つオブジェクトの抽出、自己組織化について検討する。

参考文献

- 1) IBM: "QBIC", <http://www-6.ibm.com/jp/software/data/cm/qbic.html>
- 2) J.R.Smith and S.F.Chang. VisualSEEK: A Fully Automated Content-Based Image Query System. In Proc. of ACM Multimedia, pp.87-98, 1996