

## 静止画像検索の応用

芝井 貴生<sup>†</sup> 上野 義人<sup>‡</sup>

創価大学大学院 工学研究科 上野研究室<sup>†‡</sup>

### 1. まえがき

画像の内容検索(Content-Based Image Retrieval, CBIR)において、画像から構図情報を抽出する方法は多数提案されている.<sup>1)</sup>

構図情報とは、画像中のどの場所にどのようなものが写っているかを表す情報であるので、構図情報を自然な形で取り出すためには、画像を意味のある領域に分割し、情報を抽出しなければならない。

そこで、今回は画像検索に用いる領域分割として輝度情報、色情報を用いた統合エッジによる改良 Watershed アルゴリズムを用い、画像をある程度意味のあるまとまりに領域分割し、画像検索を行う方法と、その応用例として観光案内について述べる。

### 2. 領域分割

画像の領域分割は、視覚システムやコンピュータビジョン、画像処理の中の重要な手法として位置づけられ、その研究は盛んに行われている。<sup>2) 3) 4)</sup>

最適な領域分割とはユーザー一人の主観に依存するところが大きく、それを定めることは難しい。今回は後に画像検索に用いるための構図情報を抽出することを目的とし、オブジェクト一つ一つを領域として分割するのではなく、意味のあるオブジェクトのまとまりをひとつの領域として領域分割を行うことを目的とする。

Watershed アルゴリズムを改良したものをを用い初期領域分割を行った後、各領域の面積情報、色情報を用いて隣接領域との領域統合を行う。

### 3. 提案手法

ここでは過分割の問題を解決するために、Watershed アルゴリズムによる初期領域分割と、テクスチャ領域や極小領域の統合を組み合わせた手法を用い領域分割を行う。

Watershed アルゴリズムはマーカと呼ばれる領域の核を画像輝度値の局所最小値に設定し、そのマーカを隣接画素へと広げていくことによって領域を得る手法であり、境界線の密閉性と連続性が保証されるなどの特徴がある。

#### 3.1 初期領域分割における閾値の設定

Watershed アルゴリズムは画像にそのまま適用すると、エッジ強度が小さく視覚的には境界のない部分で多くの領域が発生してしまい、過分割が生じてしまう。そこで、この問題を解決するため、色相・彩度・明度のそれぞれのエッジに閾値( $T_1$ )を設定しエッジ強度が閾値以下の場合にはエッジ強度を 0 と置き換える処理を行う。エッジ強度の変化は画像によって様々で、適切な閾値  $T_1$  は対象画像によって変化する。ここで閾値  $T_1$  を式(1)のように定義した。

閾値  $T_1$  は対象画像によって動的に変化する。

$$T_1H = \text{Avg}(\text{Edge}H) \times 2$$

$$T_1S = \text{Avg}(\text{Edge}S) \times 2$$

$$T_1I = \text{Avg}(\text{Edge}I) \times 2$$

続いて、閾値処理後のエッジ強度に重みをつけエッジ統合を行う。閾値処理を行った後の各 HSI のエッジ強度を  $\text{Edge}H' \cdot \text{Edge}S' \cdot \text{Edge}I'$  とする。

$$\text{Edgetotal} = \alpha \times \text{Edge}H' + \beta \times \text{Edge}S' + \gamma \times \text{Edge}I'$$

$$\alpha = \text{Avg}(\text{Edge}H')$$

$$\beta = \text{Avg}(\text{Edge}S')$$

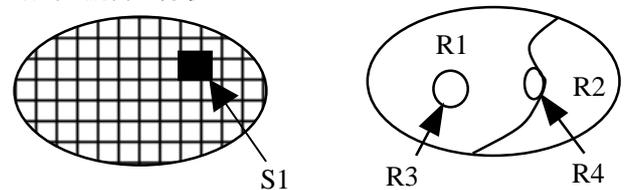
$$\gamma = \text{Avg}(\text{Edge}I')$$

$$\alpha + \beta + \gamma = 1 \quad \{0 \leq \alpha, \beta, \gamma \leq 1\}$$

この統合エッジに Watershed アルゴリズムを適用し、初期領域分割を行うことにより過分割を減少させることができた。

#### 3.2 隣接領域との統合

初期領域分割結果からテクスチャ領域、極小領域、包含領域の統合を行う。



(a)テクスチャの統合 (b)極小領域、包含関係の統合  
Fig.1 領域統合

Fig.1(a)に示すように、テクスチャ領域は、極小領域の密集で表されている。そのため、画像全体における面積が極小の割合を閾値(画像全体を 1 とした場合  $T_2 = 0.005$ )と定め、閾値以下の領域が多数隣接している場合それをテクスチャとみなし領域統合する。Fig.1(a)において各  $S_1$  領域の面積比が  $T_2$  以下の場合、それらを 1 つの領域として領域統合する。

また、対象画像中に存在する極小領域や、ノイズの影響により初期領域分割結果に単独での極小領域が発生する。画像検索において、極小領域の特徴量は画像全体の特徴に対する影響が小さく、そこから特徴量を抽出することはあまり意味が無い。そのため、Fig.1(b)R4 に示すように単独で存在する面積比が閾値(画像全体を 1 とした場合  $T_3 = 0.01$ )以下の領域を隣接領域(R1orR2)と領域統合する。ここで、極小領域が複数の領域と接する場合それぞれの色相値の平均値をとってその値が最も近い領域に領域統合する。

Fig.1(b)に示すように、ある領域(R3)が他の領域(R1)に包含されている場合、それらを領域統合する。また、全ての包含領域が統合されてしまうと、1 つの領域で表される背景中に存在する重要な領域が統合され 1 つの領域として

“Application of content-based image retrieval”

<sup>†</sup> Takao Shibai · Ueno Laboratory, Graduate school of Engineering, Soka University

<sup>‡</sup> Yoshito Ueno

扱われてしまう可能性があるため閾値(画像全体を1とした場合  $T4 = 0.05$ )を定め, 包含される側(R3)の面積比が閾値以下の包含関係にある領域を領域統合する.

### 3.3 画像特徴量の抽出

各領域には様々な色が存在するため色分布を表す特徴量を抽出しなければならない. ここでは画像を15色に減色し, 色の比率を特徴量とした. 5) また, 構図情報を考慮するため, 各領域の位置, 面積比を特徴量とした.

いま,  $n \times m$  ピクセルを持つ画像を  $I$  とし, 分割領域  $t$  のピクセル数を  $p$  とするとき, 画像  $I$  中の領域  $t$  の集合を  $\Lambda_t^I$  と定義する.

領域  $t$  中の色  $c$  の占有率  $h_t^I(c)$  は,

$$h_t^I(c) = \frac{|\Lambda_t^I(c)|}{p} \quad (3)$$

となる.

次に, 領域  $t$  の空間位置を  $b_t^I$  とし,  $b_t^I$  を平均空間位置座標で表現する. すなわち,

$$b_t^I := (\bar{x}_t, \bar{y}_t) \quad (4)$$

したがって, 領域  $t$  の  $x$  軸方向の平均  $\bar{x}_t$ , および  $y$  軸方向の平均  $\bar{y}_t$  は, 次式で与えられる.

$$\bar{x}_t = \frac{1}{n} \frac{1}{|\Lambda_t^I|} \sum_{(x,y) \in \Lambda_t^I} x \quad \bar{y}_t = \frac{1}{m} \frac{1}{|\Lambda_t^I|} \sum_{(x,y) \in \Lambda_t^I} y \quad (5)$$

### 3.4 画像類似度

次に検索したい画像  $Q$  の領域  $s$  と, データベース中の画像  $I$  の領域  $t$  との類似度は次式で与えられる.

$$f_s(Q, I) = \frac{\sqrt{2} - D(b_s^Q, b_t^I)}{\sqrt{2}} \times \sum_{n=0}^c \min(h_s^Q(n), h_t^I(n)) \quad (6)$$

ただし,  $D(b_s^Q, b_t^I)$ :  $b_s^Q$  と  $b_t^I$  のユークリッド距離とする.

画像  $Q$  と画像  $I$  の類似度を計算する場合, 分割された各画像の領域数は, 画像内容によって様々であり, 領域同士を1対1対応で計算することはできない. そこで, 本論文では構図情報を特徴量として検索を行うため, 領域の位置 ( $b_t^I$ ) が近いもの同士の類似度を計算し, その平均を画像  $Q$  と画像  $I$  の類似度と定義する. また, 画像  $Q$  と画像  $I$  の領域数が異なる場合は領域数の少ない方に合わせる.

画像  $Q$  の領域  $s$  に対応する画像  $I$  の領域は,  $D(b_s^Q, b_u^I)$  が最小となる領域を  $u$  としたとき

$$A(Q_s) = I_u \quad (7)$$

とする.

また, 画像の類似度は面積が大きな領域の影響を多く受けると考えられる. そこで, 対応する領域同士の面積の Minimum 値を求め, 重み付けする.

したがって, 画像  $Q$  と画像  $I$  の類似度は, 画像  $Q$  の領域数を  $j$ , 画像  $I$  の領域数を  $i$  とすると次式で与えられる.

$$i > j \quad F_s(Q, I) = \left\{ \sum_{s=1}^j \min(\Lambda_s^Q, \Lambda_{A(Q_s)}^I) \right\} \times \frac{\sum_{s=1}^j f_s(Q_s, A(Q_s))}{j} \quad (8)$$

$$i < j \quad F_s(Q, I) = \left\{ \sum_{t=1}^i \min(\Lambda_{A(I_t)}^Q, \Lambda_t^I) \right\} \times \frac{\sum_{t=1}^i f_s(A(I_t), I_t)}{i}$$

## 4. 画像検索の応用例

本画像検索システムは, 構図情報を重視したその特性より風景画像の検索に適している. そこで, 本画像検索システムを用いた応用の一例として観光案内検索が考えられる. 観光案内では検索結果画像をクリックすることによりその風景を載せた HP をリンクすることができる.

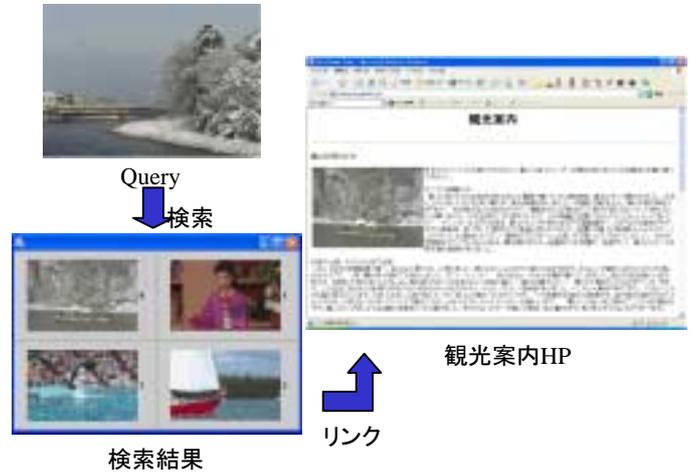


Fig.2 観光案内

## 5. 実験

521 枚のカラー画像を用い画像検索実験を行った.

左上に対象画像, 右上に領域分割結果, 下に類似度第1位から第3位までの画像を示す.

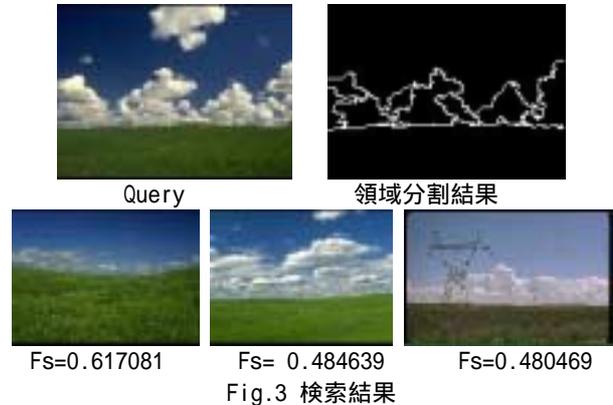


Fig.3 検索結果

## 6. おわりに

画像内容を考慮した領域分割を行い, 構図情報の抽出による画像検索手法を行い, その結果, 良好な画像検索結果を得ることが出来た. また, その応用として観光案内の検索を実現できた.

今後, 領域分割の閾値の検討, 抽出する特徴量の検討, インタフェースの検討を行い, 検索結果の向上を目指す.

## 参考文献

- 1) 望月 他: 信学技報 IE2001-203 pp77-82, 2002-01
- 2) 志治, 浜田: 信学誌, D- , Vol. J83-D- , No.2, pp593-600, 2000-2
- 3) 趙 他: 信学技報 IE2002-210 pp155-160, 2003-02
- 4) 玉木 他: 映像メディア誌 vol.55, No.4, pp.571-582, 2001
- 5) 芝井, 上野: FIT2002 講演論文集 pp47-48