

空間領域分割による自然画像のオブジェクト抽出手法の検討

山崎 将幸 土井 章男
岩手県立大学 ソフトウェア情報学部

1 はじめに

昨今、インターネットやCD、デジタルカメラ、スキャナ等のデジタル媒体が普及により、静止画像を扱うことが日常化し、画像を構成する物体や移動体を認識する、画像理解の重要性が高まってきている。画像理解とは、画像を意味のある領域(オブジェクト)単位に分割し、画像の構成や特徴を理解することである。抽出したオブジェクトに対する画像編集^[1]やコンテンツの収集など、画像の特徴を捉えた画像処理が可能となる。

本研究では、自然静止画像におけるオブジェクト単位の分割と抽出に重点を置き、Watershed 法の洪水処理に基づいた手法を空間領域分割に用いる。Watershed 法の過分割傾向を改善し、相関の高い分割領域を統合することで、画像の特徴を捉えた空間領域分割について検討する。

2 Watershed 法

(1) アルゴリズムの概要

Watershed 法は、輝度情報を3次元空間上の高さとして扱う。この高さ情報の連続によるヒストグラム形状を地形と見なし、相対的数値変化から領域分割を行う。

値が周囲に比べ低い画素(凹情報)を minima と呼び、高さが設定値以下である画素の連結を basin と定義する。ここで用いる設定値を maker と呼び、初期値を高さ0に設定する。全ての画素が maker 値以下になるまで maker 値を段階的に上昇させ、basin を成長させる。成長段階において basin 同士が衝突した箇所(凸情報)に境界線を設定する。これが洪水処理のメカニズムである。終了後に各 basin が"分割領域"としてラベリングされる。

Watershed 法を局所的に適用し、1つのオブジェクトを抽出する方法^[2]もあるが、本手法では画像全体に対し分割を行い、画像の特徴やオブジェクトの抽出を目的とする。

(2) 問題点

領域分割手法として知られる Watershed 法は、微量な変化に順応な為、複雑なエッジ特徴を捉えることに長けて

いる。その反面、微量の凸形状やノイズにも反応しやすく、領域を分割しすぎる傾向がある。また、洪水処理には閾値の設定を必要とせず、閾値設定方式のようにグラデーション領域を分断されることがない。この特徴は、オブジェクトの影特性を踏まえた分割に適した手法である。しかし、同一輝度値で表現されたオブジェクトを抽出できない。

3 提案手法

本提案手法では、画素間と領域間の2つの関連性に沿って領域を分割・統合・併合し、オブジェクト単位で分割・抽出する。以下、本手法を構成する技法を説明する。

(1) 過分割傾向の抑制

最初に、ガウシアンフィルタを用い、微量な凸形状やノイズを低減させる。しかし、フィルタリングしても尚、均すことができない小さな凸形状が存在する。この形状を持つ空間でも過分割が発生するため、抑制の効果が薄い。

その原因として、Watershed 法が basin 内の情報を相対的変化の値で保持していた為、個々の basin 間の情報を比べることが出来ず、basin の衝突判定で分割を行っていたことである。

各画素が所属する basin の minima へ向かう傾斜ベクトルを、各画素情報に付加する(図1)。minima を参照することで、凸情報の規模を絶対的な高さで測ることができる(図2)。洪水処理において basin 同士が衝突する時、2つの basin を阻む凸形状が小規模ならば、境界線を設置せず2つの basin を統合する。図2において凸形状の規模は、(basinA の minima からの高さ)と (basinB の minima からの高さ)の平均値から求める。

統合する場合、2つの basin 間に既に設置した境界線を撤廃する。2つの basin と撤廃境界線を1つの basin とし

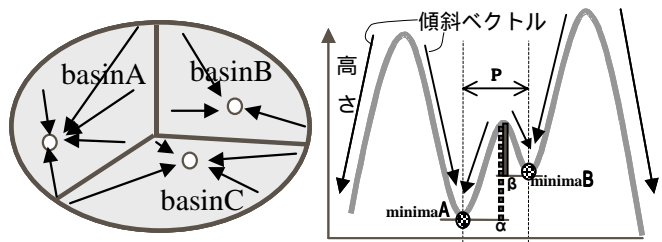


図1 傾斜ベクトル

図2 凸情報の規模

て再定義する。このとき、傾斜ベクトルは再計算せず、維持する。basin 統合を領域分割時に行うことで、撤廃境界

A Study on Object Extraction Method of Natural Image in Spatial Segmentation .

Masayuki Yamazaki and Akio Doi , Faculty of Software and Information Science , Iwate Prefectural University

線であった画素情報を、領域情報として活かすことが可能である。

(2) 同一輝度値オブジェクトの抽出

Watershed 法は凸形状のみに反応するため、同一表現されたオブジェクトを抽出できない。そこで、入力画像の輝度値から、Sobel を用いてエッジ強度画像を作成する。エッジ強度画像と入力画像(輝度)の加算画像を高さ概念と見なし、洪水処理を行う。

(3) Sobel エッジの滑らかな曲線抽出

Sobel により曲線のエッジが太く強調された箇所において、境界線が階段状に検出される。これは、エッジの太さ範囲で蛇行するためである。解決方法として、線形補間法であるバイリニア法を用いて、拡大処理をエッジ強調前に行う。高密度化することで、エッジが占める太さ面積の割合を減らし、境界線が滑らかに検出される。

(4) 分割領域の併合

傾斜ベクトルの導入による統合は、画素間の関連性を考慮したものであり、局所的に相関の高い領域をまとめた事に過ぎない。そのため、分割領域をオブジェクトに近づける為には、広域的な相関を考慮し、分割領域を併合する必要がある。各分割領域の統計値(平均値・最頻値・分散)を併合の判断基準に用いる。また、併合の進行状態をリストで管理し、常時参照することで、併合順序による結果の相違を防止している。

4 実験と考察

図 4 は入力画像 A(図 3)に対し、フィルタリングと Sobel、従来の Watershed 法を用いて領域分割した結果である。特徴を捉えすぎたあまり、細かく分割しすぎてしまった為、主観的なオブジェクトの区別が難しい。

そこで、入力画像 A に対し、本提案手法を用いて領域分割(図 5)した後、分割領域の併合(図 6)を行った。図 5 では、背景や人物など、オブジェクトが概ね分類されたことがわかる。分割領域数が 4650 個から 488 個に減少し、過分割の抑制効果を確認した。

図 6 は、服や花など、平坦な空間を中心に相関の高い領域群を併合できた。これにより、分割領域数が 339 個に減少し、分割領域がオブジェクトに近づいたことがわかる。

しかしながら、被写体のピン呆け箇所や反射箇所は、独立のオブジェクトとして抽出されている。図 6 における髪や植物(左辺)などの入り組んだ箇所は、画像処理上で正しく分割されていても、人間の視覚認識では過分割に感じる。

同系統色のオブジェクトを 2 つ並べた画像(図 7)では、1 つのオブジェクトとして抽出されることを確認した(図 8)。



図 3 入力画像 A

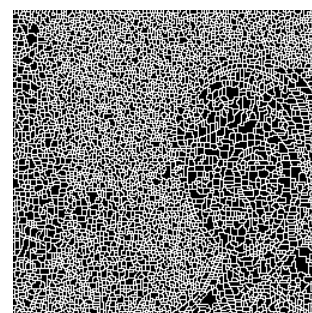


図 4 従来の Watershed 法
分割領域数: 4650

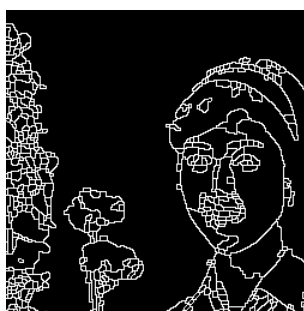


図 5 本手法(領域分割)
分割領域数: 488

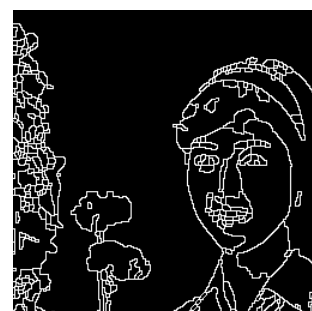


図 6 本手法(領域併合)
分割領域数: 339



図 7 入力画像 B



図 8 本手法による抽出

5 まとめ

提案手法により、画像全体から空間領域分割を行い、オブジェクト単位の空間領域分割を確認した。

今後の課題としては、人間の視覚認識に近いオブジェクトの認識を目標とし、光成分や色成分、領域形状をどのように考慮すべきか検討する必要がある。

参考文献

- [1] William A. Barrett and Alan S. Cheney: Object-Based Image Editing, ACM Transactions on Graphics, 21, 3, 777-784, 2002
- [2] Stanislav L. Stoev and Wolfgang Straber: Extracting Regions of Interest Applying a Local Watershed Transformation