

堆積物画像から典型的個体の抽出

田村研究室 村松 宏規 山田 政則

1.はじめに

本研究では、小片の堆積した状態や、葉や花などの集合物を人間が認知する過程と同様な処理をコンピュータで実現することを試みる。例えば、人間が樹木を見たときに樹木全体の形状だけを認識するわけではなく、葉や花の集合体としてとらえ、大きさ、向き、色、形状など多様な要素のなかから典型的あるいは特徴的な一要素だけを抽出して認識し、樹木の種類を判断する手がかりとしている。ただし自然物では要素が多様すぎるため、本研究ではそのための基礎として、人工物で大きさが統一された物体の堆積物をデジタルカメラで撮像した画像から典型的要素を一つ抽出する処理からはじめ、大きさや形状などがゆらいでも典型的要素を抽出できる条件を明らかにする。

2.対象物と撮影方法

2.1 堆積物

どの角度からでも同じ大きさと形を撮れるように丸い球状の発泡スチロールを撮影物として選択した。発泡スチロールは赤・青・黄色・緑・白の5色に塗ったものを用意した。大きさは直径10mm程度である。

2.2 撮影方法

ばらつきを一定にするために撮影物を箱に入れて撮影をする。今回は手頃な大きさの升を使用した。升の大きさは一辺が12cm高さ7cm程の大きさの物を使用する。

撮影方法としてデジタルカメラを固定して撮影する。撮影は明るい室内で、デジタルカメラに内蔵されているフラッシュを使用/不使用の二通りで行う。

背景と堆積物の判定をするために、何種類かの下地を用意しそれぞれに対して下地を除去できるようにする。今回用意した下地の色は発泡スチロールと同様の5種類に黒を追加した6種類である。

下地6種類にフラッシュの使用/不使用を合わせ全部で12種類の画像を、要素50個と100個、200個使用した3つの状況に合わせて用意した。各状況で10枚ずつ撮影し全部で360枚用意した。画像の大きさは640*480で撮影する。

3.抽出方法

堆積物をデジタルカメラで撮影し、その画像から色による要素抽出を行う。しかし、色だけで要素抽出を行うと同じ色の単体要素が重なっている場合も抽出されてしまう。そこで、色による抽出した画像に輪郭を抽出するエッジトレースを使用して単体要素を取り出すことにする。

画像の色表現には国際照明委員会(CIE)が1976年に勧告した均等色空間の一つである。CIE L*a*b*を使用する。その画像から明度値に対するソーベルフィルタをかけ輪郭線を取り出す。

3.1 ノイズと光沢除去

今実験では50画素までの大きさの領域はノイズとして除外する。

また、要素内にある孔の大きさが要素本来の大きさの10%未満なら光沢の可能性のあるものとして表示するようにする。そうでない場合はその孔は残しておく。

3.2 色による要素抽出

ノイズ除去をした画像から単体要素を抽出する。ソーベルによって得られた輪郭線で区切られた領域を求め、全領域の大きさの平均値に近いものを候補とする。

さらにその候補の領域を色で分割する。領域の重心位置の画素色と差の小さい連続領域をサブ領域として取り出す。取り出されたサブ領域を新たな候補とする。残りの領域を同様に処理し、候補5個を得るか、残りの領域がなくなるまで続ける。

3.3 エッジトレースによる要素抽出

色によって得られた領域を、エッジトレースにより、輪郭線の形状とその閉路を調べることで、領域分割および形状判別を行い、1つの形状要素の候補を抽出するものである。

エッジトレースによって得られた閉路が単体要素の輪郭候補である。本研究では、一番代表的で簡単な『円』の形状の要素を抽出する。

エッジトレースの前処理として、ソーベルフィルタ、閾値での2値化、画像の膨張収縮を経て、細線化を行う。エッジトレースによる輪郭形状の抽出は、リスト構造を使用して、1画素ごとのチェーンを記録しておき、その情報を使って、1つの閉じた経路を探し、単位形状とし

て抽出する。図1のように形状が繋がっている場合は、図2のように、単一の閉路に分解して抽出する。

閉路のない経路(図3)、又は細線化の段階で形状が複雑すぎて処理に時間がかかりすぎるものは(図4)、抽出失敗として扱う。

最後に円形判断で、より円に近い要素を持つものを順に選択する。



図1



図2



図3



図4

4. 実験

2.2 で記述した 360 枚のサンプル画像で実験した。処理の過程で作業メモリ 1Gbyte では不足するものを除き、349 枚で結果を得た。

色による抽出は同色要素が結合された状態で認識されても、単なる色抽出としては成功とする。ただしその画像に下地や違う色の要素などが含まれた場合は失敗とする。

エッジトレース抽出は色による抽出から抽出された候補画像を元に単体要素を抽出すれば成功とする。ただし、色による抽出画像が歪な形の候補画像を出力しても、エッジトレース機能として見た場合に、その形と同じ形をエッジトレースで出力すれば成功とする。

両方による抽出は色抽出とエッジトレース抽出両方が成功したものを本来の意味での成功とする。

	成功枚数	成功率(%)
色による抽出	329	94.27
エッジトレース抽出	292	83.67
両方による抽出	282	80.80

表1 各段階での抽出結果

図5(左)は下地の色が青、フラッシュありで要素数50個の画像である。図5(中)は色による要素抽出の候補のうちのひとつの画像である。図5(右)は図5(中)の候補画像にエッジトレース

による要素抽出を行った画像である。

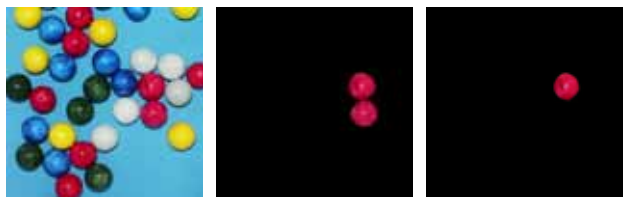


図5

赤と黄色の下地の画像は他の下地の画像より成功率が低かった。

その理由を確認するために6種の背景色で各要素を一つだけで撮影した画像で実験したところ、下地と同じ色の要素は抽出されない。さらに、白は色が薄いため、また緑は色が濃いため、どの背景色に対しても抽出されづらいことがわかった。青は色抽出では抽出されるのだが、使用した素材では、他の色のものと比較して色斑が大きかったためにエッジトレース抽出での抽出がされにくい。このため、背景色が赤と黄色の場合には、斑な青要素を抽出しなければならず、認識率を落とした要因と考えられる。自然画像に適用するためにはこの要因に対処する必要がある。

処理時間はサンプル画像の要素の個数や画像のサイズ、要素のサイズ、成功か失敗かによって大きく異なった。

様々な条件で実際に計測した結果、要素の個数や画像のサイズ、要素のサイズによって要する時間に法則性は見られなかった。しかし、画像サイズが小さくなるにつれて所要時間は短くなる傾向があることがわかった。時間のばらつきは、640*480のサイズの画像の場合25秒~375秒の差が出るということがわかった。

5. おわりに

本研究では、色による領域抽出とエッジトレースによる5色の球形要素の堆積物画像349枚での典型的個体抽出を行った。実験の結果、80.80%にあたる282枚での抽出が可能であることを示せた。

色による抽出では、白や緑などの明暗に近い色は抽出が難しく、エッジトレースによる抽出では斑模様などの自然物により近い形状の単体要素の成功率は低いことがわかり、将来の課題を示した。

参考文献

色彩工学 第2版 東京電気大学出版局 大田 登 著
画像処理 コロナ社 土屋 裕 深田 陽司 著