

粗輪郭からの対象物抽出アルゴリズムの並列化について

3 P - 4

淡 誠一郎

近畿大学理工学部

1. はじめに

一般の画像から人間の意図する任意の対象物を自動的に切り出すことは困難である。そこで、まず輪郭の存在領域を幅のある閉曲線で大まかに与え、エッジ強度に基づく走査順序でこの領域を細線化してやることで対象物の正確な輪郭線を得ようとする手法が提案されている[1]。

この手法はアルゴリズムの単純さの割には良好な抽出結果が得られるのが特徴であるが、通常細線化に比べて計算量が大きくなるのが難点である。そこで、淡ら[2]はデータ構造の工夫を試み、オリジナルのアルゴリズムでは $O(\text{面積}^2)$ と見積られる時間計算量を、 $O(\text{面積} \times \log(\text{輪郭長}))$ にまで引き下げ可能であることを実験的に示した。

本稿ではさらなる時間短縮をめざし、領域分割による本手法の並列実行の可能性について検討する。輪郭抽出処理の分割実行の試行実験結果も示す。

2. 対象物輪郭線の抽出アルゴリズム

アルゴリズムの概要は以下のとおりである。

入力：〔濃淡画像〕

〔対象物輪郭線の存在領域〕

後者は対象物の輪郭を太い線で粗くトレースした閉曲線である。

手順：領域の境界上にあり削除しても領域の連結性が保存されるような点の中で、最もエッジ強度の弱い点を見つけ順次取り除いていく。

削除可能な点がなくなった時点で幅1の閉じた輪郭線が得られる。

太枠が輪郭領域、数値はエッジ強度

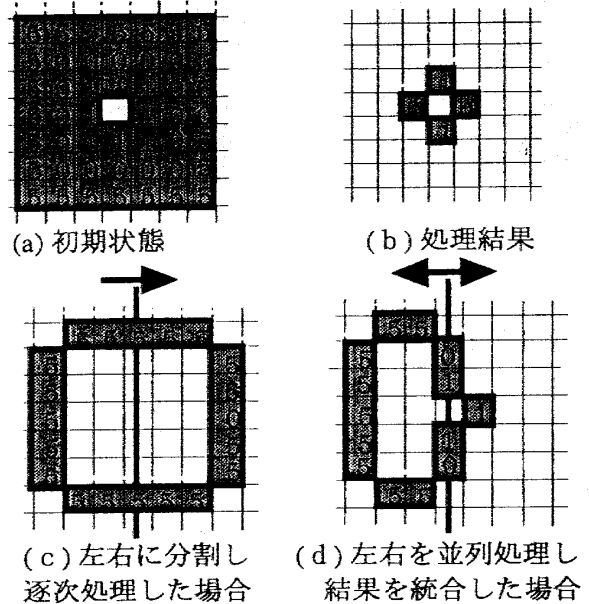


図1 分割実行すると結果が変わる例

3. 分割実行・並列化に関する考察

さて、この処理は領域をいくつか分割して個別実行できるであろうか？計算量が非線形に増加するので、分割によって問題のサイズが縮小できるのであれば逐次処理であっても高速化が実現できるし、それを並列処理すれば飛躍的に時間短縮できる。

しかし、この手法は走査順序が領域全体におけるエッジ強度順と決められているため、基本的には分割実行や並列実行ができない。実際、図1のようなケースを考えてみると、芯線の位置は遠く離れた領域の状況にも影響されることがわかる。

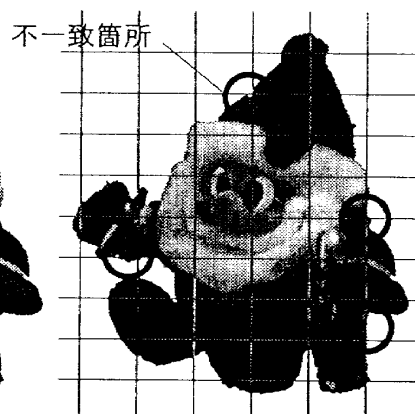
一方、我々が手作業で輪郭をトレースする場合のことを考えると、直感的には比較的狭い範囲の参照だけで充分のように思われる。すなわち、図1のようなケースは希かもしれない。さらにいえば図1では(b)よりもむしろ(c)の方が理想的な答であるという見方もでき、分割せずに実行するのが最良であるとは必ずしもいえない。



(a) 対象画像と粗輪郭



(b) 基準となる抽出結果



(c) 分割実行時の結果例  
(画像を10x10に分割)

図2 物体抽出例

#### 4. 分割実行の試行実験

画像を単純にNxNに分割して部分画像ごとに輪郭線抽出してみた。芯線の位置が分割しない場合とどの程度一致するかを表1に示す。領域分割数とは粗い輪郭領域を含む部分の数である。また、図2に分割しない場合と10x10の場合の抽出結果の比較を示す。表では1画素でもずれていたら不一致としてカウントしているが多くの場合隣接画素への移動であり目視では無視できるケースがほとんどである。

大きく位置ずれを起こしている箇所を図2(c)に円で示してある。これらの部分は画像分割線の格子点が粗輪郭領域内部に位置したり、分割線が領域をスライスするように横切ったりする場所である。このような状況を避けるように分割すれば大きなずれは発生しないものと予想される。

対象アルゴリズムでは削除可能な画素をエッジ強度をキーとする平衡木で管理しており、計算時間のほとんどは平衡木へのデータの挿入と削除で消費される。図3に領域分割数とデータ挿入・削除操作の平均再帰呼出段数との関係を示す。データの挿入・削除の総回数はほぼ一定であるので、分割すれば逐次処理でも時間短縮できることがわかる。

#### 5. 結論

粗い輪郭線からの物体抽出手法の問題分割に関する考察をし、基礎実験を試みた。この手法は領域をある程度の大きさに分割しても十分良好な結果が得られ、並列化も可能であることが確認できた。

表1 抽出結果の一致度

画像分割数	領域分割数	不一致画素数	一致度* (%)
1	1	0	100.0
2x2	2	3	99.8
3x3	8	47	97.0
4x4	12	24	98.5
5x5	14	56	96.4
6x6	18	52	96.7
7x7	26	56	96.4
8x8	31	53	96.6
9x9	34	125	92.0
10x10	41	146	90.7

(\*基準の輪郭画素数は1569)

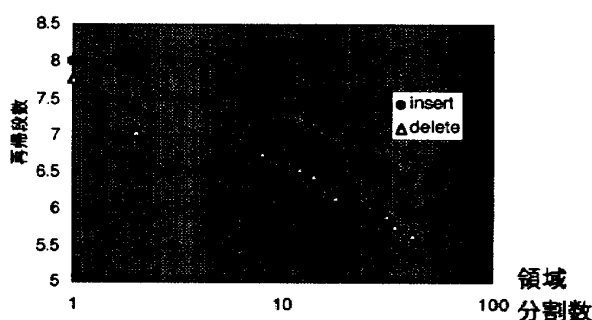


図3 領域分割数と再帰の深さの関係

#### 参考文献

- [1] 井上誠喜: "画像合成のための対象物の抽出法", 信学論(D-II), Vol.J74-DII, No.10, pp.1411-1418 (1991).
- [2] 淡誠一郎, 鄭小江, 北橋忠宏: "対話型対象物抽出アルゴリズムの高速化", 信学論(D-II), Vol.J79-DII, No.11, pp.1984-1987 (1996).