

輪郭線の連続変形による3次元物体再構成

1U-5

小松香爾¹ 品川 嘉久¹ 國井利泰² 国枝悦夫³東京大学¹ 会津大学² 慶応大学附属病院³

1 はじめに

CT画像、MRI画像等の連続断層画像から3次元画像を再構成する研究は多数存在する。断層上のピクセルの一辺の長さより、断層間の距離の方が大きい場合には断層間の補間が必要になるが、物体の形状を考慮しない補間法を用いた場合、補間によって生じた中間断層は不自然な形状になったり、予測される位相と異なった位相になることがある。そこで我々は、補間する領域の輪郭線に着目する補間法を提案した[3]。そこでは領域の輪郭線をその重心に向けて収縮させることにより形状に基づいた補間を実現している。ところが領域が極端な凹領域を持つ場合、正確には輪郭線上の任意の点と重心を頂点に持つ星状体のみからなる単体分割が存在しない時には、輪郭線の収縮は単純な方法では実現できない(図1参照)。本稿では、そのような領域の補間の実現のために、輪郭線の連続変形モデルを提案する。



図1: 星状体のみによる単体分割が存在しない場合

2 既存の方法

輪郭線の連続変形モデルとして、物体の輪郭認識の為に考えられたSnakes(Active Contour models)[1]が挙げられる。しかしながら、Snakesを本研究に使用するにはいくつかの問題がある。Snakesは一次スプラインエネルギーと二次スプラインエネルギー、エッジポテンシャルエネルギーの和が最小となる輪郭に収束する。各ポテンシャルには、適当な重み係数を与える。係数の設定に関する検討は文献[2]があるが、一般的な画像に対して最適なパラメータを与える為には、実験の後の経験値を用いるしかない。さらに、一点に収束させる為には、エッジポテンシャルエネルギーの係数を大きく設定する必要があるが、その際のSnakeの挙動は不自然になる。ま

Reconstruction of a Three-dimensional Object Based on Continuous Deformation of Its Boundary

Kouji Komatsu¹, Yoshihisa Shinagawa¹, Toshiyasu Kunii² and Etsuo Kunieda³

The University of Tokyo¹, The University of Aizu², Keio Hospital³

たSnakesはスプライン曲線をベースとしているので、輪郭線をスプライン曲線で近似し収縮させ、断面間の補間の段階では、再び輪郭線に戻さなければならない。本稿では収束性が保証され、輪郭線の曲線近似が必要ない方法を提案する。

3 方針

本研究で提案する方法の概略を示す(図2参照)。

STEP 1 輪郭線が囲む領域を求める。

STEP 2 STEP 1で求めた領域の骨格を求める。

STEP 3 領域の重心から最も近い骨格上の点を骨格の集積点とする。

STEP 4 輪郭線上の各点に対して、骨格上の点のうち最も距離が近い点を起点とするベクトルを設定する。ただしベクトルが領域の外を通る場合は、領域の内側を通るような点の中で最短距離にあるものを求める。

STEP 5 各境界上の点にSTEP 4で求めたベクトルの長さに比例した移動距離を与え、骨格に向かって移動させる。

STEP 6 骨格上の各点に対して、集積点からの距離に比例した移動距離を設定し、集積点に向けて移動させる。

STEP 7 STEP 3で求めたベクトルの終点の集合を新たな輪郭線とする。

STEP 8 STEP 1～STEP 7を繰り返す。

4 骨格

本研究では領域の形状を表すものとして、骨格を考える。領域の骨格を求める方法としては、Medial Axis Transformation(MAT)とThinningがあるが、MATは領域内の全ての点と、境界上の全ての点の間の距離を求める必要がある為、計算時間に問題がある。よって、本研究ではThinningを用いる。

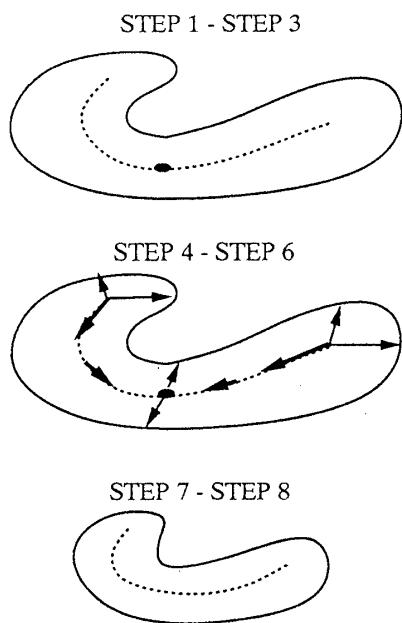


図 2: 境界線の収縮

5 収縮中の輪郭線の形状

本研究で提案する連続変形モデルでは、収縮中の輪郭線の形状をコントロールすることが可能である。先に述べた方針の STEP 5 における境界上の点の移動距離が、STEP 6 における骨格上の点の移動距離に比べて、大きい場合には輪郭線の凹凸特徴を残したまま収縮し、小さい場合には円の形状に近付きながら収縮する。

6 領域が階層構造になっている場合

CT 画像や MRI 画像では、各ピクセルは何種類かの領域にクラス分けされる。従ってある領域が内部に別の領域を含むような場合が存在する。

そのような場合に対応する方法を示す (図 3 参照)。

STEP 1 前処理として、複数の領域を含む場合、それらの凸閉包を求める。

STEP 2 輪郭線が囲む領域から、内部の領域、またはそれらの凸閉包を除いた領域の骨格を求める。

STEP 3 STEP 2 で求めた骨格は一般的にはループから枝分かれした構造になる。各枝の根元をその枝の集積点とする。集積点が一つもない場合、STEP 6 をスキップする。

STEP 4 輪郭線上の各点に対して、骨格上の点までの距離が最短であるような点を起点とするベクトルを設定する。ただしベクトルが領域の外を通る場合は、領域の内側を通るような点の中で最短距離にあるものを求める。

STEP 5 各境界上の点に STEP 4 で求めたベクトルの長さに比例した移動距離を与え、骨格に向かって移動させる

STEP 6 枝上の各点に対して、集積点からの距離に比例した移動距離を設定し、集積点に向けて移動させる。ループの上にある点は不動である。

STEP 7 STEP 4 で求めたベクトルの終点の集合を新たな輪郭線とする。

STEP 8 STEP 2 ~ STEP 7 を繰り返す。

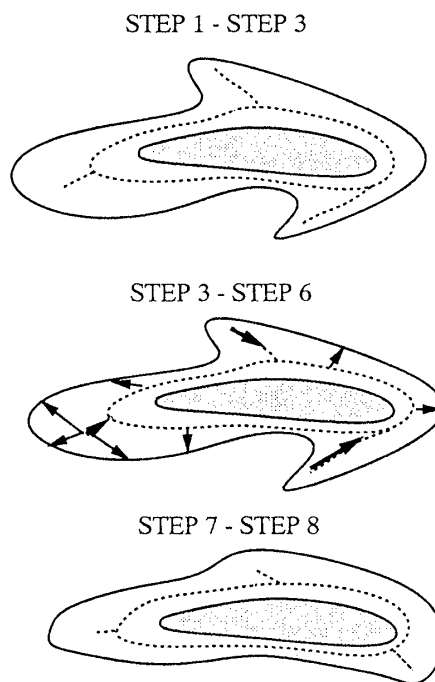


図 3: 内部に領域を持つ場合の境界線の収縮

7 結び

領域の形状に基づく補間の為に必要な輪郭線の連続変形モデルについて述べた。上下の輪郭線の収縮途中における形状のマッチングが今後の課題である。

参考文献

- [1] Witkin A. Kass A. and Terzopoulos D. Snakes : Active contour models. *Int. J. Comput. Vision*, 1(3):321-331, 1988.
- [2] 坂口、美濃、池田. Snake パラメータの設定についての検討. 信学技法 *PRU90-21*, pages 43-49, 1990.
- [3] 小松、品川、國井、国枝. 断層画像からの幾何的な情報と輝度を用いた三次元物体再構成. 情報処理学会第 4 6 回全国大会予稿集, 2:423-424, 1993.