

# 3次元画像の多重解像度解析による領域分割に関する考察

## A Study on Image Segmentation by Multi Resolution Analysis in 3D Images

前崎 渉<sup>†</sup>  
Wataru MAEZAKI<sup>†</sup>

広永 美喜也<sup>†</sup>  
Mikiya HIRONAGA<sup>†</sup>

西村 卓也<sup>†</sup>  
Takuya NISHIMURA<sup>†</sup>

近畿大学<sup>†</sup>  
Kinki University<sup>†</sup>

### 1. はじめに

近年医療機器の進歩により X 線 CT や MRI など健康診断や病気診断用の機械が各病院に普及されるようになり、画像診断は医師の病気診断や手術計画の組み立てにとって不可欠の手段となっている。しかし、CT のような大量のデータを医師が扱うのは重労働であるため、正確かつ安定の診断結果を得るにはかなり困難である。

そのため近年計算機を用いて画像の領域を分割する研究が行われているが、従来から用いられている閾値による処理では、人間の手による修正が必要となる。

そこで画像の特徴を巨視的・微視的両面から解析するスケールスペース法に改善を行うことにより CT 画像における領域分割の自動化を目指してきた。これまでの研究では一枚の断層画像に対して領域分割を行ってきたが、CT 画像は多断層画像である。そこで本研究では複数の断層画像を 3 次元画像と捉えスケールスペース方を拡張した多重解像度解析の手法を提案する。

### 2. 領域分割法

#### 2.1 スケールスペース法とは

Lifshitz<sup>[1]</sup> によるスケールスペース法による領域分割では、まずガウシアンフィルタの分散  $\sigma$  を変えながら複数のぼかした画像を作成する。2 次元のガウス分布は式 (1) により表される。

$$G(r) = \frac{1}{2} \pi \sigma^2 * \exp\left(\frac{-r^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

ただし  $\sigma^2$  は分散、 $r$  は中央からの距離である。ぼかした画像の極点はぼかしが進むにつれて位置が変化し、最後には消滅してしまう。このように  $\sigma$  が大きくなるにつれ、局所的な情報は取り除かれ大局的な情報のみが抽出される。ぼかされた各画像の  $i$  番目を *Layer* と呼ぶ。この極点の移動を調べて、 $L_i$  の極点と  $L_{i+1}$  の極点を連結することにより  $L_0$  から  $L_n$  までを経路にする事により元画像の構造木を構成できる。さらに極点以外の点についても同様に、次のぼかした  $L_{i+1}$  の最も近い等輝度点と連結する事により、元の画像上のすべての構造木を生成することができる。その様子を図 1 に示す。

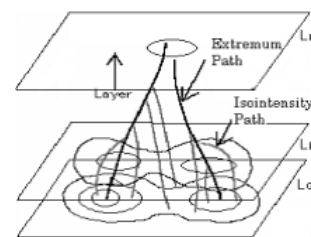


図 1 構造木の生成

#### 2.2 構造木生成における問題点

画像に対して平滑化を行うと極点及び等輝度点は移動してしまい、必ずしも同じ位置にあるとは限らない。そこで構造木生成をプログラムで離散的に処理する際、連結点の探索範囲 (以後、“結合探索領域” と呼ぶ) を定める必要がある。

### 3 既存探索手法

これまでの研究では、基本となる結合探索領域を円としてきた。スケールスペース法の3次元拡張の前に、2次元画像での基本探索手法である Circle について説明する。

#### 3.1 Circle

この手法はスケールスペース法の基本探索方法であり、ユークリッド距離の最も近い極点及び等輝度点とを連結する手法である。<sup>[1]</sup> 結合探索領域は半径  $R$ 、着目点  $C(x_c, y_c)$  を中心とする円であり、連結候補点を  $\alpha(x_\alpha, y_\alpha)$  は式 (2) を満たす。ただし、着目点から連結候補点までの距離を  $d_e$  とする。

$$R \geq d_e$$
$$d_e = \sqrt{(x_c - x_\alpha)^2 + (y_c - y_\alpha)^2} \quad (2)$$

### 4 スケールスペース法の3次元拡張

#### 4.1 平滑化

2次元画像での平滑化にはガウシアンフィルタを用いていたが、本研究では  $(3 \times 3 \times 3)$  のボクセルを用いて平滑化を行った。ただし、使用したボクセルは中心が  $3/4$ 、その他が  $1/104$  である。

#### 4.2 構造木の生成

スケールスペース法では平滑化された各画像の  $i$  番目をそれぞれ  $Layer_i$  とした。3次元でも同様にボクセルにより平滑化された  $i$  番目の画像を  $Layer_i$  と呼び、極点及び等輝度点を連結することにより構造木を生成する。

#### 4.3 探索手法

2次元画像における基本探索手法は Circle である。そこで3次元においては結合探索領域を球とした Sphere を提案する。Sphere は Circle と同様にユークリッド距離の最も近い極点及び等輝度点とを連結する手法である。結合探索領域は半径  $R$ 、着目点  $C(x_c, y_c, z_c)$  を中心とする球であり、連結候補点  $\alpha(x_\alpha, y_\alpha, z_\alpha)$  は式 (3) を満たす。

$$R \geq d_e$$
$$d_e = \sqrt{(x_c - x_\alpha)^2 + (y_c - y_\alpha)^2 + (z_c - z_\alpha)^2} \quad (3)$$

### 5 領域分割結果

3次元データを扱うため分割された領域も3次元画像である。そこで画像の各方向を  $xyz$  としたとき、

任意の  $z$  の断層画像で分割結果を確認する。図2は今回使用した  $(128 \times 128 \times 128)$  のサンプル画像の断層図であり、図3は Sphere による領域分割結果の断層図である。

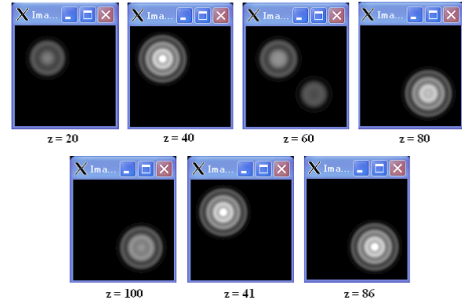


図2 サンプル断層画像

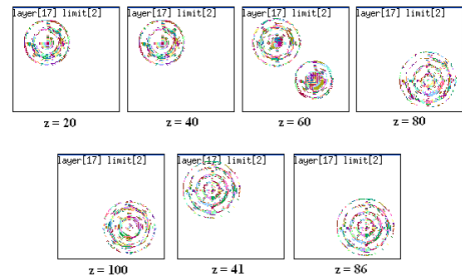


図3 Sphere による領域分割結果

### 6 おわりに

2次元画像では輝度値の高い箇所での領域分割は周りの領域を取り込んでしまい、誤った領域分割を行ってしまっていたが、図(3)より、輝度値の高い球の中心部分が他の領域と誤って結合してしまうことを抑制出来ている。そしてそれ以外の領域では Circle の時より領域を大きくとることが出来ている。

### 参考文献

- [1] Lawrence M. Lifshitz and Stephen M. Pizer, 1990, "A multiresolution hierarchical approach to image segmentation based on intensity extrema", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol 12, No 6, 1990, pages 529-540

<sup>†</sup> 近畿大学大学院総合理工学研究科 画像処理研究室

〒577-8502 大阪府東大阪市小若江 3-4-1

TEL 06-6721-2332 E-mail : wata-m@kbd.biglobe.ne.jp