

領域拡張法による対話型セグメンテーションシステムの開発と応用

佐藤徳容† 土井章男† 伊藤史人‡

岩手県立大学ソフトウェア情報学部† (株)デジタルカルチャー・テクノロジー‡

1. はじめに

現在、医療用画像は医師の診断において重要な存在となっている。その中でも MRI は安全性に優れ CT よりも詳細な画像を得ることができるため、脳腫瘍やくも膜下出血など様々な病気の診断に使用されている。また、MRI 画像は 3 次元画像としても扱うことができ、医師の診断のサポートとして臓器の形状、位置の把握に有効である。これを実現するために、必要な部位を抽出する必要があるが、MRI 画像は各組織の濃度分布が重なり合っているため抽出が困難になっている。

そこで、本研究では MRI 画像から領域拡張法を用い、領域を抽出する手法を提案する。領域拡張法とは、画像の中から 1 点(シード点)を指定し、その画素から近隣の画素を調べ画素値がある範囲に入っている場合、領域とみなす。さらにその画素の近傍を調べて領域を次々と広げていく手法である。画素同士の連結性に基づいて領域抽出を行う領域拡張法は、MRI 画像のような、画素値が広範囲にわたり、単なる閾値処理による抽出が困難な画像に対して有効な抽出手法である。しかし、画像によっては、境界部分であっても隣り合う画素値に差がなく、取り出したい領域から漏れが発生してしまうという問題がある。

2. 提案手法

本手法では、領域拡張法を実行する際に、処理範囲を限定することにより、領域からの漏れを防ぐ。処理範囲の限定は、各スライスから抽出された領域の情報を用いて行う。処理の流れとしては、(1)最初のスライスから取り出したい部分を指定し、領域拡張法を実行する。(2)その抽出結果の情報を活用し、次のスライスにおける処理範囲を決定する。(3)次のスライスに対して決められた範囲内で、領域拡張法を実行する。(4)最後のスライスまで、処理範囲の限定と抽出を繰り返す。領域拡張法のパラメータは、画像情報を使用して決定する。システム使用者は、どのスライスまで処理を行うかを入力し、最初のスライスから抽出したい部分を指定することで、自動的に目的の 3 次元領域を抽出することが可能である。以下、処理の流れ(図 1)と詳細を記述する。

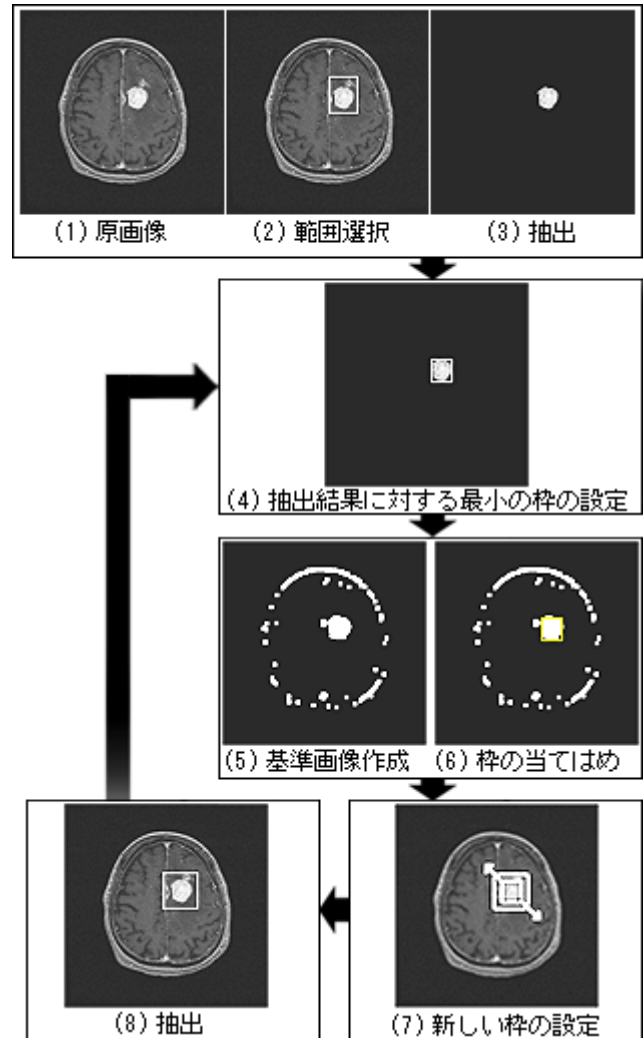


図 1 抽出処理の流れ

2.1 抽出処理の詳細

(1)抽出範囲の選択と抽出(図 1(1),(2),(3))

本手法では、取り出したい領域がある先頭スライスにおいて、処理範囲を指定することで抽出処理を行う。処理範囲の指定は対話的に行い、指定された内部で領域拡張法を施し抽出を行う。シード点は設定された枠の中心部とする。

(2)基準画像の作成(図 1(5))

本手法では、抽出したい画素、すなわち目的の脳腫瘍領域と同じ画素値にあたる部分を抽出したものを基準画像と呼ぶ。この基準画像を使用してどのくらいの範囲で領域拡張法を実行するかを決める。基準画像は図 2 の流れで作成する。

The proposal of a brain tumor extraction method from the MRI images using Region Growing method
Yasuhiro SATO†, Akio DOI†, Fumihito ITO‡
Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University†, Digital Culture Technology Corporation‡

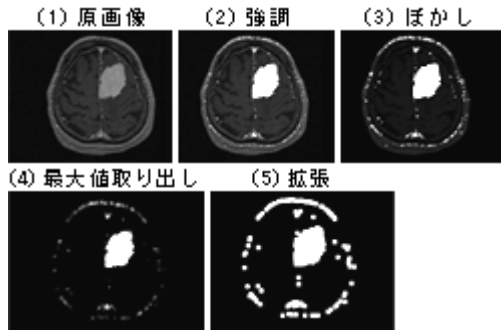


図2 基準画像作成の流れ

前のスライスより抽出された結果から画素値の平均値を求め、スライスの各画素との差の絶対値を取る。その値が、システム使用者の指定する閾値(P)以下である場合、MRI 画像の最大画素値以上の値に置き換える(強調)。次に、ぼかしを施し、孤立点を削除し、最大値に当たる画素を取り出す。そして各画素の値を近傍画素に広げた画像(拡張)を基準画像とする。

(3)抽出範囲の決定(図1(6),(7))

頭部 MRI 画像から脳腫瘍を抽出する際に、どの範囲で処理を行うかが、漏れを防ぐ上で重要になってくる。本手法では、前のスライスにおいて抽出された領域の情報を使用し、次のスライスにおける処理範囲を決定する。まず、前のスライスの抽出結果に対してすべての領域を収める最小の枠を設定する。その枠を、抽出するスライスに対応する基準画像に当てはめ、その内部の画素数を数える。この画素数と抽出結果の画素数を使用して枠の大きさを決める。抽出結果の画素数を、基準画像から求めた画素数をとし、拡大率 = / から次の領域の大きさを判断する。 <1 ならば次のスライスの領域が大きいと判断し、枠を拡大する。 >1 ならば次のスライスの領域は小さいと判断し、枠を縮小する。 =1 ならば抽出したい領域の大きさは変化していないと判断し、枠は変化させない。枠の変化数 C は $\sqrt{|\alpha - \beta| \times \gamma}$ より求め、拡大縮小に応じて C を使用して枠を変化させる(図3)。

$$\begin{aligned}
 (\gamma < 1) \\
 x_1' &= x_1 - c & y_1' &= y_1 - c \\
 x_2' &= x_2 + c & y_2' &= y_2 + c \\
 (\gamma > 1) \\
 x_1'' &= x_1 + c & y_1'' &= y_1 + c \\
 x_2'' &= x_2 - c & y_2'' &= y_2 - c
 \end{aligned}$$

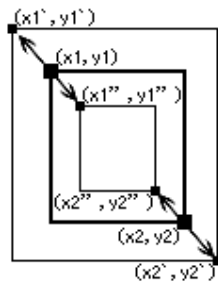


図3 枠の変化方法

2.2 パラメータ設定

領域拡張法のパラメータは、シード点の画素値

と周辺の画素値との差を見て、領域かどうかを判断する。本手法でのパラメータは設定した枠内部の画素値を用いて決定する。まず枠内部から画素値のヒストグラムを求める。そのヒストグラムの中から、シード点に最も近い位置にあり、最大数を持つ画素を求める。その画素値とシード点の画素値の差を領域拡張法のパラメータとする。

3. 実行結果

実験に使用したデータは画像サイズ 512×512、スライス枚数 248 枚、スライス間隔 0.5mm の脳腫瘍部のある頭部 MRI 画像である。本手法を用いて脳腫瘍部を抽出し、3次元表示した結果を図4に示す。基準画像作成の閾値 P は 20 とした。

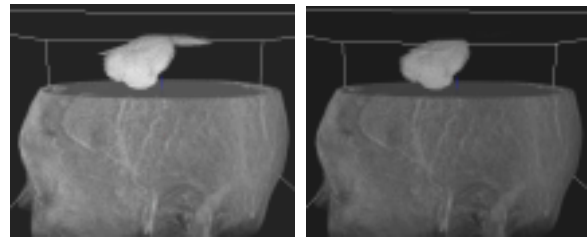


図4 実行結果

図5 修正結果

結果として、腫瘍下部は抽出に成功している。しかし腫瘍上部にある領域は、腫瘍と脳部分との境界が非常に曖昧なため抽出したい領域から大きくはみ出す結果となった。曖昧な部分は、専門医のどこまでが腫瘍部分であるかという情報を用いて抽出する必要がある。この部分は、スライス毎に対話的に編集することで、漏れを削除することが可能である(図5)。

4. まとめと今後の課題

本研究では、処理範囲を限定した領域拡張法により、頭部 MRI 画像から脳腫瘍部分に対話的に抽出することが可能となった。しかし、腫瘍と大脳との境界が曖昧な部分に関してはその部分が全て抽出される問題が発生する。今後の課題として、範囲を限定する枠やパラメータの決定方法、シード点の置き方の改良による抽出精度の向上、抽出画像の評価があげられる。また、脳腫瘍部の抽出だけではなく大脳部など他の組織に対しても本手法を適用し、結果を評価したいと考えている。

参考文献

- [1]上野育子,藤原俊朗,松田浩一,亀田昌志,土井章男,井上敬,小川彰:領域拡張法を用いた頭部 MRI 画像からの脳領域抽出,電子情報通信学会信学技報, MI2002-73, pp.23-28(2002)
- [2]熊澤誠治,土橋宜典,山本勉:医用画像におけるインタラクティブな領域抽出システムの開発,グラフィックスとCAD, pp.110-116(2003)
- [3]関口博之,佐野耕一,横山哲夫:リージョングロウイングをベースにした対話型 3次元領域抽出手法,電子情報通信学会論文誌 D-II Vol. J76-D-II No2, pp.350-358(1993)