

患者脳 MR 画像からの脳表面構造の抽出と可視化

吉田 忠弘 加藤 潤一 松田 浩一 上野 育子

岩手県立大学ソフトウェア情報学部

1 はじめに

複数枚の MR 画像から頭部内部を立体的に把握するには、熟練が必要である。そのため、脳領域を抽出し、3次元可視化することは、脳の立体的構造を想像するための有用な支援である。特に、脳の表面構造は脳の機能局在把握の重要な目印となるため、その3次元可視化が求められている。

MR 画像は 3.0Tesla (以下 3.0T) の超高磁場 MRI 装置の登場によって、従来の 1.5Tesla MRI 装置よりも空間解像度の高い画像が取得可能となった。そのため、3.0T の MR 画像では、硬膜といった今まで描出されなかった脳内部組織も鮮明に描出されている。脳領域抽出において、上野らが 3.0T MR 画像での脳領域抽出を行っている[1]。しかし、問題点として腫瘍患者脳における硬膜部分における誤抽出が挙げられており、その多くは脳溝を覆うような形状のものである(図 1)。そのため、3次元可視化した際に、脳溝が一部不鮮明になり、表面構造が把握しにくくなる。

そこで本研究では、腫瘍患者脳からの脳領域抽出における誤抽出部分の削減を行い、脳表面の溝部分を埋めることで、脳表面構造の強調した3次元可視化を実現する。

2 問題分析と解決法

2.1 脳表面構造の抽出

以下のような画像特徴があり、それを利用した誤抽出削減法について述べる。なお、解決法の詳細アルゴリズムについては 3.1 で説明することとする。

「Enhanced visualization of cortical surface on patient's MR images」

「Tadahiro YOSHIDA, Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University」

「Junichi, KATO, Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University」

「Koichi MATSUIDA, Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University」

「Ikuko UWANO, Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University」

(1) 特徴：

脳領域の硬膜(厚さ 0.5~1.0mm の脳実質を覆う膜)における誤抽出の多くは、脳溝を覆う形状である。そのため、誤抽出領域は脳回と比べ、小さい領域である。

解決法：

収縮膨張処理により誤抽出領域の大きさを削減を行う。

(2) 特徴：

硬膜は灰白質に比べて高い輝度値を持つ。また、脳領域の輝度値のヒストグラムは正規分布に近似するという特徴がある。

解決法：

脳領域抽出後と収縮処理後の差分を取り、その画像(図 2)のヒストグラムの頂点を閾値とし、高輝度領域を見つける(図 3)。

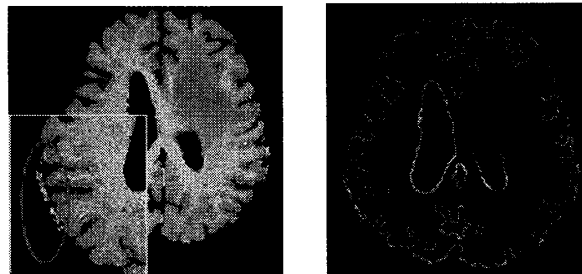


図 1：誤抽出領域 図 2：収縮処理後との差分

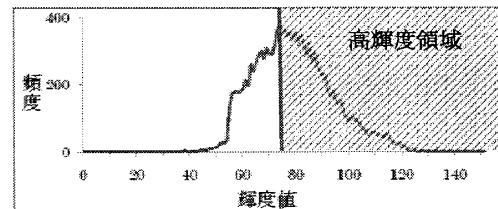


図 3：図 2 のヒストグラム

2.2 強調表示法

脳領域の 3次元可視化法として、ボリュームレンダリングを用いる。脳領域をボリュームレンダリングすると溝が不鮮明になるため、溝を

低輝度で埋めることによって、見た目上、陰影のようになり、脳表面構造を強調することができる。そこで膨張と Snakes[2]を用いた溝埋めを行い、脳表面構造の3次元可視化を実現する。

3 アルゴリズム

3.1 脳表面構造の抽出

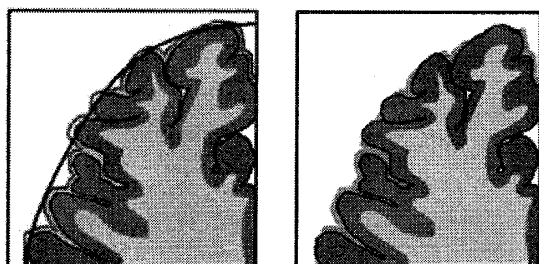
使用データとして 3.0T MR 画像 T1 強調像の造影剤ありのデータ (512×512×248[pixel]) を用いる。まず上野らによる脳領域抽出法[1]を用いて、腫瘍患者の脳領域を抽出する。その結果を入力データとし、各スライスに対し、以下の(1)から(8)の順に処理を行う。

- (1) メディアンフィルタによる血管領域除去。
- (2) (1)に対して数回収縮処理を行う（現在は経験的に3回としている）。
- (3) (2)と同回数膨張処理を行う。
- (4) 入力データと(3)との差分をとる。
- (5) 入力データと(2)との差分をとる。
- (6) (5)のヒストグラムの頂点を閾値とし、高輝度の領域を絞り込む。
- (7) (4)と(6)の論理積をとる。
- (8) 入力データと(7)との差分をとる。

最後に3次元メディアンフィルタを用い、ノイズの除去と3次元的なスムージングを行う。

3.2 強調表示法

各スライスに対して Snakes により大まかな輪郭抽出を行い、内部を塗り潰す。同時に各スライスに対して膨張処理を行う。そしてお互いの論理積をとる。この処理により、溝埋めを行う(図4)。



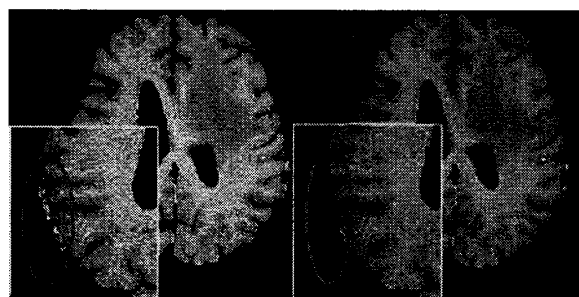
(a)膨張と Snakes (b)溝埋め部分

図4：溝埋め処理

4 結果

4.1 脳表面構造の抽出結果

3.1に示した手法により、脳領域誤抽出の削減を行った。図5より削減された領域が見て取れる。



(a)誤抽出削減前 (b)誤抽出削減後

図5：脳表面構造の抽出結果

4.2 強調表示結果

3.2に示した手法により、脳表面の溝を低輝度で埋め、ボリュームレンダリングすることで脳表面構造を強調した3次元可視化を行うことができた(図6)。



(a)溝埋め前 (b)溝埋め後

図6：溝埋め後の表示結果

5 おわりに

本研究では、患者脳 MR 画像から脳領域の脳溝を覆う誤抽出領域を削減することで、脳の表面構造を抽出する手法を提案した。また、溝埋めを行うことで脳表面構造を強調した3次元可視化を行うことができた。今後は、医師による評価実験を行う予定である。

謝辞

MR データを提供して頂きました岩手医科大学先端医療研究センターに深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 上野育子, 亀田昌志, 西本英明, 他 "3.0Tesla 高解像度 MR 画像からの脳領域抽出", 信学論 D, Vol. J89-D, no.1, pp.107-120, 2006.
- [2] M.Kass, A.Witkin, D.Terzopoulos, "Snakes - Active Contour Models", International Journal of Computer Vision, Vol. 1, No. 4, pp. 321-331, 1987.