

## 手描き入力による脳表上静脈および腫瘍の可視化のための半自動 MR 画像編集法

加藤 潤一<sup>†</sup> 松田 浩一<sup>†</sup> 藤原 俊朗<sup>‡</sup> 吉田 忠弘<sup>†</sup>岩手県立大学 ソフトウェア情報学部<sup>†</sup> 岩手医科大学 先端医療研究センター<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

脳表における髄膜腫の手術アプローチにおいて、腫瘍と静脈の関係を把握する必要がある。しかし、造影された MR 画像 (T1 強調) には脳や血管以外にも頭皮などが含まれているため、そのまま 3 次元表示を行っても脳表や静脈などの情報を選択的に見ることが難しい。そのため現状では、MRI ボリュームデータに対して、ワークステーションでの閾値調整と部分削除による可視化作業が放射線技師により手作業で行われている。手作業による結果画像を図 1 に示す。しかし、この可視化作業は慣れた技師でも 1 時間弱程度の時間がかかってしまう。放射線技師の負担軽減のために、可視化作業の自動化による作業時間の短縮が必要であるが、腫瘍部位の位置や形状などに個人差があるため、全ての処理を自動化することが困難である。

そこで本研究では、個人差があまり影響しない部分の抽出を画像処理によって自動化し、個人差が影響する部分を大まかな手描き入力で抽出することで、作業時間の短縮を図ることを目標としている。本稿では、画像処理と手描き入力を組み合わせた脳表可視化のための半自動 MR 画像編集法を提案する。

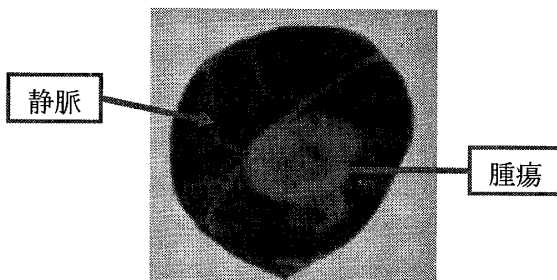


図 1 : 手作業により可視化された静脈と腫瘍

Semiautomatic visualization method for vein and tumor in MR brain images

Junichi Kato<sup>†</sup> Koichi Matsuda<sup>†</sup>Shunrou Fujiwara<sup>‡</sup> Tadahiro Yoshida<sup>†</sup><sup>†</sup> Software and Information Science, Iwate Prefectural University<sup>‡</sup> Advanced Medical Science Center of Iwate Medical University

## 2. 提案システム

まず、MR 画像から脳領域セグメンテーション技法 [1] により、脳領域を抽出する。しかし、抽出された脳領域には腫瘍領域が含まれないため、3 方向のスライス画像に対して手描き入力で腫瘍部位を指定することで腫瘍領域の大まかな抽出を行い、抽出された腫瘍領域を脳領域に加える。腫瘍領域を加えた脳領域に対して動的輪郭抽出 [2] を行い、抽出された輪郭を膨張させたものを表示領域として定義することで腫瘍と静脈を表示する。

提案手法のアルゴリズムを以下に示す。

## 2.1. 腫瘍領域の抽出

造影剤を投与した MR 画像において、脳領域と腫瘍は輝度が大きく異なるため、セグメンテーション技法 [1] により抽出された脳領域 (図 2) には腫瘍が含まれない。この問題を解決するために、3 方向のスライス画像に対する腫瘍輪郭線の手描き入力 (図 3) により大まかに腫瘍領域を指定・抽出する。手描き入力の利点として、(1) 直感的に腫瘍の位置と形状を入力できる、(2) 腫瘍が複数存在していても作業時間が大きく増加しない、という 2 点が挙げられる。これらの利点から、コンピュータによる全自動腫瘍抽出処理に比べ、作業時間の低減できると考え、手描き入力を採用した。

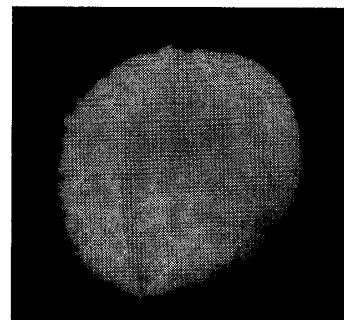


図 2 : セグメンテーション技法 [1] により抽出された脳領域

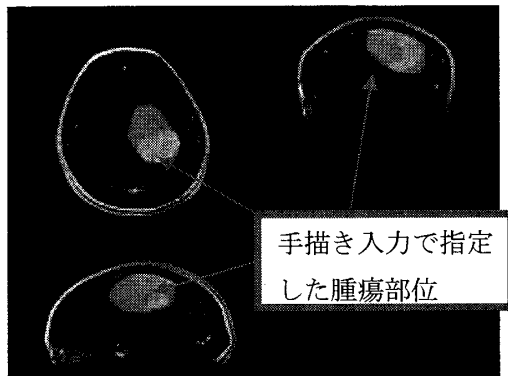


図 3：各方向の断層画像と腫瘍部位

## 2.2. 動的輪郭法(Snakes)による溝埋め

セグメンテーション技法[1]により抽出された脳領域の外側に脳表静脈は存在するため、脳領域を膨張させることによって脳表静脈を表示する。しかし、脳領域は脳溝を構成し、脳領域と静脈との距離が一定でないため、頭皮まで膨張したときに静脈の一部が削れてしまう。そこで、脳領域の輪郭を抽出することができる動的輪郭法(Snakes[2])を用いて脳領域の輪郭を抽出した。抽出した輪郭内部をマスク領域とすることで脳溝を埋める。

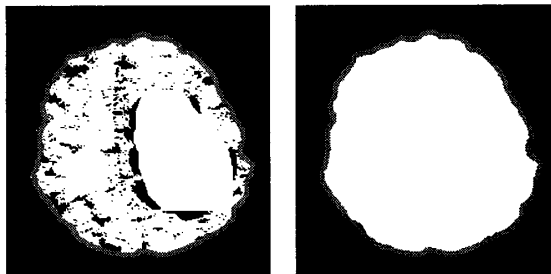


図 4：Snakes による輪郭抽出  
(左：脳領域と輪郭 右：マスク領域)

## 3. 実験・結果

### 実験環境

- CPU : Intel Core2 6400 2.13GHz
- RAM : 2GB
- OS : Windows XP

本稿では患者脳の MRI ボリュームデータ (512×512×256 ボクセル) に対し、脳領域[1]を用いて実験を行った。このとき、図 5 の画像を得る上でかかった時間は 2 分 16 秒で、目的である可視化時間の短縮

に有用であることがわかった。

結果(図 5)から、提案手法によって処理されたデータを用いることで、腫瘍と静脈の関係を把握することが可能であることがわかった。また、手書き入力で大まかに腫瘍部位を抽出することにより、腫瘍領域抽出処理による作業時間を低減することができた。さらに腫瘍が複数存在する場合でも作業時間を増やさずに処理することが可能となった。しかし、腫瘍を覆う頭皮等が部分的に残り、静脈を一部隠す部分が存在した。

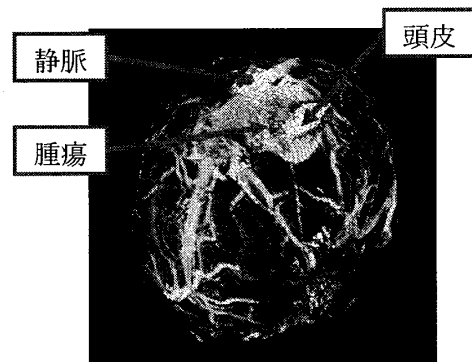


図 5：提案手法による処理結果

## 4. おわりに

本稿では、脳表静脈可視化作業の時間短縮のための半自動 MR 画像編集法を提案し、手法が有用であることを示した。今後の課題として、残ってしまう頭皮の削除や膨張不足部位の補正処理などが挙げられる。

謝辞 有益な御助言と資料・データの提供を頂いた岩手医科大学超高磁場 MRI 研究施設および脳神経外科学講座の関係各位に感謝いたします。

### 参考文献

- [1] 上野育子, 亀田昌志, 井上敬, 小川彰, "3.0Tesla 高解像度 MR 画像からの脳領域抽出", 電子情報通信学会論文誌 D, vol. J-89-D, no. 1, pp. 107-120, 2006. 1.
- [2] M. Kass, A. Witkin, and D. Terzopoulos, "Snakes: Active contour models," International Journal of Computer Vision, Vol. 1, No. 4, pp. 321-331, 1988.