

患者の MR 画像からの脳領域抽出

廣岡 誠之[†] 上野 育子[†] 亀田 昌志[†]

[†]岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科

1. はじめに

医療現場において医師が患者の状態を把握することは重要である。この際医師は CT や MRI で撮影された膨大な断面画像を読影しながら、患部の形状のイメージ、病状の位置を把握しなければならない。これは医師にとって大きな負担であり、熟練を要する。この負担軽減のためコンピュータによる支援診断 (CAD: Computer Aided Diagnosis) がある[1]。これにより膨大な画像を読影するという負担を軽減し、医師の第二の目として誤診を防ぎ、第二の意見として診断の手助けとなっている。

CAD の現状として脳以外の分野においては癌などの病変検出を目的で臨床に利用されている。脳に関しては健常者や認知症患者 (脳萎縮) を対象とし[2]、三次元可視化や脳機能の提示といったものがあるが、脳腫瘍患者 (以下患者脳) を対象とした支援は少ない。臨床の立場で必要とされているのは患者脳に対しての CAD である。

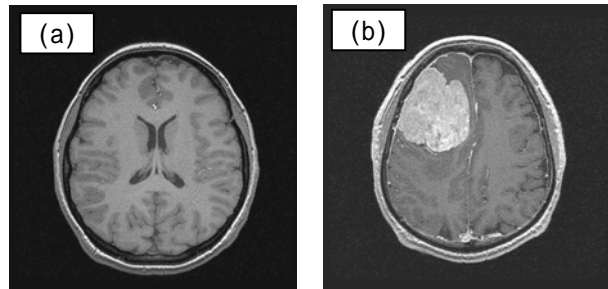
そこで本研究では患者脳の MR 画像から脳領域抽出することにより医療支援を目的とした。

患者脳は腫瘍に圧迫されているため脳溝部分をはっきりと把握することが難しい。そこで脳領域内の比較的輝度が高い白質の情報を利用して脳領域を抽出する。白質は脳溝の形状に類似する特徴があるため、この白質情報をもとに脳領域全体を抽出する手法を提案する。

2. 患者脳における脳領域抽出の問題点

脳領域抽出において脳溝は重要である。脳溝は脳全体の形状を把握する際に非常に重要であり、脳の機能を分類する基準としても利用される[3]。そのため脳溝を明確に抽出しなければ三次元表示した際に本来あるべき表面構造が失われてしまう。そのため二次元画像上において脳溝を明確に抽出することが重要だといえる。

しかしながら健常者の脳と比較して患者脳は脳溝の部分が腫瘍によって圧迫され、押しつぶされるため、脳溝の形状を保持した抽出が困難となる。図 1(b)に示した腫瘍患者の脳においては左下部分の脳溝の形状が図 1(a)の健常者に比べ鮮明ではないことがわかる。



(a) 健常者 (b) 腫瘍患者

図 1 脳領域 MR 画像

このとき従来手法では領域抽出においてヒストグラム等の統計情報を利用した手法や対象領域の輝度値や形状を用いた Region Growing を用いるものがある[4]。しかし従来手法は健常者を対象にしたものであり、今回扱う患者脳のように輝度変化が少なく、腫瘍に圧迫された脳で抽出をおこなうと脳全体の形状を抽出することは可能だが脳溝情報を明確に抽出することは困難である。

3. 白質領域の抽出

MR 画像上での脳の構造は輝度が高い順に白質、灰白質、脳髄液となっている。脳は白質と灰白質で形成されているため、白質を抽出することで、本来の脳の概形を取り出すことができないかと考えた。そこで患者の MR 画像から脳領域を抽出するために白質領域に注目した抽出方法を提案する。

本稿では実際に患者の MR 画像から白質領域を抽出し、脳領域全体が抽出できるか検討する。手順は以下の通りである。

- 1) フィルタによる前処理
- 2) Region Growing による領域抽出
- 3) 白質の抽出と補正処理

3.1. フィルタによる前処理

脳領域に存在する白質は灰白質に比べ輝度が高いという特性がある。このためメディアンフィルタを適用することで輝度の変化が目立つようになり白質と灰白質の差を明確にすることができる。これにより 3.3 で用いるヒストグラムによる抽出が行いやすくなる。

Brain Segmentation from MRI Data of Patients

Nobuyuki HIROOKA[†], Ikuko UWANO[†], Masashi KAMEDA[†]

[†]Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University,

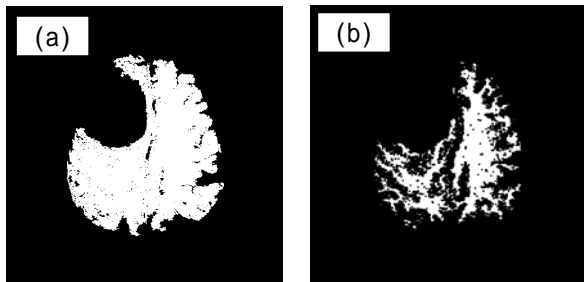
メディアンフィルタ適用後, Sobel フィルタを適用し, 血管や硬膜などの輝度値が高いものを予め除去する. これらの処理を領域抽出の前処理として行う.

3.2. Region Growing による脳領域抽出

前処理をおこなった MR 画像に対し Region Growing (領域拡張法) を行い, 脳領域を抽出する. 基準となる seed は白質と灰白質を含む方形選択し, 方形内の画素全てを seed として利用し, おおまかな脳領域を抽出する. ここで 3.3 の処理に必要な白質領域が抽出されていればよい. 領域境界部分にある程度の誤抽出があっても問題ではない. 本処理で抽出された画像は 2 値画像 (図 2(a)) となる.

3.3. 白質抽出と補正処理

抽出された画像に存在する輝度値をもとにヒストグラムから中央値を求める. 白質は灰白質より輝度が高いという特性があり, その境界線はヒストグラムのほぼ中央値になっている. そこで中央値以上の輝度の高い部分を抜き出し白質領域を抽出する.



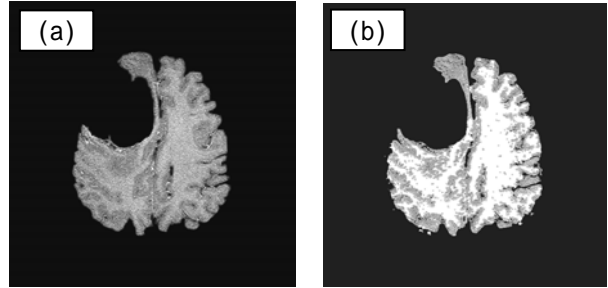
(a) 脳領域 (b) 白質領域
図 2 抽出された脳領域の概形と白質領域

しかし, このままでは白質の形状が明確ではない. 抽出画像が 2 値画像であることを用いて, 収縮と膨張処理を適応することで抽出した白質形状の形をより明確にした. 収縮はある画素の近傍に一つでも 0 (黒) があればその画素を 0 にし, 膨張ではある画素の近傍に一つでも 1 (白) があればその画素を 1 にする処理である. 抽出された白質領域を図 2(b) に示す.

4. 白質と脳領域全体の比較

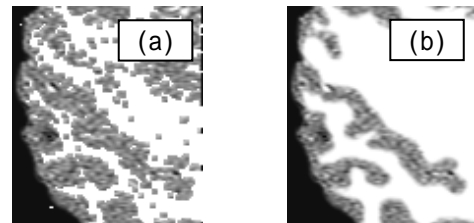
3.3 で抽出した白質と抽出対象である脳領域を比較することで抽出における精度を検討する.

予め手動抽出した脳領域画像 (図 3(a)) に 3.3 で抽出した白質結果を 1.1 倍して重ねたものが図 3(b) である. 白質が脳溝の形状に沿って存在し,



(a) 手動抽出 (b) 白質と (a) の乗算
図 3 脳領域と白質領域の形状

脳領域の概形に近いことがわかる. 図 4 は図 3(b) の左下部の拡大であり, 白質の抽出結果が手動抽出と類似している. 腫瘍に圧迫されているためそのままでは脳溝の形状が明確ではないが, 今回の抽出で白質が脳の概形となっていることが明らかとなり, 白質形状に基づいて脳溝を特定することが示された.



(a) 本手法で抽出 (b) 手動抽出
図 4 白質の抽出結果の拡大図

5. むすび

本研究では白質が脳溝の形状を形成している特徴があるため, 白質の抽出結果を用いることにより患者の MR 画像からでも良好な抽出が可能になるのではないかと考え, 今回白質の抽出し比較をおこなった. 結果, 脳溝の形に沿って白質が存在することが確認できた. 今後はこの白質形状を利用し, 患者の脳領域抽出へ拡張していく方法を検討する.

参考文献

- [1] 石田孝行, "胸部 X 線画像のコンピュータ支援診断 (CAD) の基礎技術," 日放技術学誌, 59(5), pp.586-593, 2003.
- [2] 林, 真田, 鈴木, 松浦, "頭部 MR 画像を用いた小脳および脳幹部自動抽出法の検討," 日放技術学誌, 61(4), pp.499-505, 2005.
- [3] 吉浦敦, "高次脳機能の fMRI," 日本医放会誌, 61(7), pp.332-336, 2001.
- [4] 関口, 佐野, 横山, "リージョングロウイングをベースにした対話型 3 次元領域抽出法," 信学論 (D-11), J76-D-11, 2, pp.350-358, 1993.