

MRI 脳画像における側頭葉領域の自動抽出法に関する基礎的検討

伊藤桃代[†] 西田 眞[†] 苗村育郎[‡]
[†]秋田大学 [‡]秋田大学保健管理センター

1. 背景・目的

現在、世界最高の平均寿命に達した日本において、高齢者の認知症(以後、老人性認知症と表記する)が大きな社会問題となっている^[1]。老人性認知症の中でもアルツハイマー型痴呆については、原因や有効な治療法が未だ明らかとされていないのが現状である。しかしながら、早期治療により病状の進行を遅らせる可能性のあることが報告されている^[2]ため、早期発見と的確な診断が重要である。

アルツハイマー型痴呆の早期発見には、MRI(Magnetic Resonance Imaging)を用いた画像診断が有用とされている^[3]。MRI の利点として、コントラスト分解能が高く、疾患部の検出を正確に行えることなどが挙げられる。

アルツハイマー型痴呆は脳変性疾患であり、病初期に側頭葉萎縮の現れることが特徴である。一方、脳萎縮が進行しても頭蓋骨で囲まれた領域(以後、頭蓋内領域と表記する)の面積は不変であるため、アルツハイマー型痴呆の重症度推定は、頭蓋内領域と側頭葉領域との面積比較により行われる。

そこで本研究では、専門医の画像診断支援の立場から、頭蓋内領域と側頭葉領域との面積比較による重症度推定を目的とし、頭蓋内領域における側頭葉領域の自動抽出に必要な特徴量の抽出について検討を加えた。

2. 使用画像データ

本研究では島津製作所 SMT-100X で取得された臨床用に用いられる MRI T2 強調前額断画像(原画像、256×256 画素)を対象とし、6mm のスライス間隔で各被験者から取得された画像のうち、側頭葉領域が最も明確に撮像されている脳幹前縁から松果体部までの 3 枚の画像を使用した。具体的には、頭蓋内領域自動抽出法^[4]を用いて原画像(図 1(a)参照)から頭蓋および脳幹を除去した頭蓋内領域画像(図 1(b)参照) 117 例(重症度 0 が 30 例、重症度 1 が 42 例、重症度 2 が 33 例、重症度 3 が 12 例)を対象とし、検討を加えた。

3. 特徴量の抽出

3.1 概要

側頭葉領域は頭蓋内領域において左右の下方に存在し、側脳室下角の海馬を囲む空隙(図 2(b)領域 x 参照)とシルビウス裂から続く島皮質までの空隙(図 2(b)領域 y 参照)に囲まれている。頭蓋内領域と側頭葉領域を面積比較するためには、頭蓋内領域から側頭葉領域のみを切り出す必要がある。なお、領域 x および領域 y は、頭蓋内領域における側頭葉領域の抽出に有用であるという専門医の知見を得ている。

一方、脳実質と比較し領域 x と領域 y は高輝度を有する。さらに、領域 x と領域 y は頭蓋内領域において、存在位置に特徴を有する傾向を認めた。

そこで本研究では上記の特徴を踏まえ、側頭葉領域の抽出に有用となる、領域 x および領域 y の形状特徴を有した線分(図 2(b)点線線分)を特徴量と定義し、特徴量抽出処理について検討を加えた。特徴量抽出処理の流れを図 3 に示す。

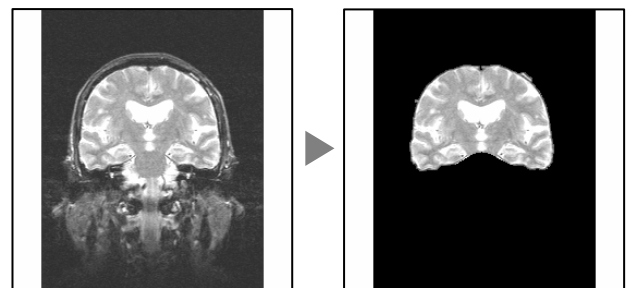


図 1 頭蓋内領域自動抽出法による頭蓋内領域の抽出

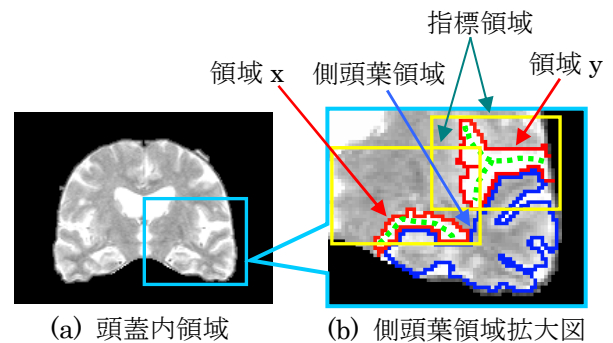


図 2 側頭葉領域の詳細

A Basic Study for Automatic Extracting Temporal Lobe Using MR Brain Images

[†] Momoyo Ito and Makoto Nishida

Akita University

[‡] Ikuro Namura

Akita University Health Administration Center

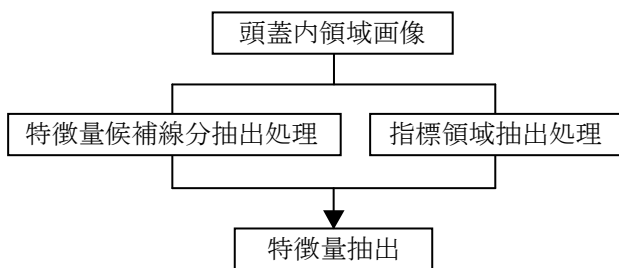


図3 特徴量抽出処理の流れ

3.2 特徴量候補線分抽出処理

特徴量候補線分抽出処理は以下に示す①～③の処理により構成される。

①頭蓋内領域画像に対し、上下左右4方向の1次微分フィルタによる処理を施した。次に、上下左右4方向のエッジが抽出された4枚の画像の論理和を算出し論理和画像を作成した(図4参照)。

②頭蓋内領域画像のヒストグラム(輝度値0~255)を作成し、輝度値に対して閾値を定め2値化処理を施した。さらに2値化画像と上記①の処理により得られた論理和画像とのマッチングを行い、高輝度領域輪郭画像を抽出した。

③上記②の処理により得られた高輝度領域輪郭画像のヒストグラム(輝度値0~255)を作成し、輝度値に対して閾値を定め2値化処理を施した。次に、2値化画像に対して膨張・収縮処理および細線化処理を施し、領域xと領域yの形状特徴を含んだ特徴量候補線分を抽出した(図5参照)。

3.3 指標領域抽出処理

指標領域抽出処理は以下に示す①～③の処理により構成される。

①頭蓋内領域の上下左右の端点を元に頭蓋内領域を囲む矩形領域を定義した。さらに、図6に示すように矩形領域の4辺それぞれの中点を結び、頭蓋内領域を4分割した。この処理により左右両側頭葉を含むウィンドウを定義し(以下、側頭葉ウィンドウと表記する)、以降の処理を行った。

②抽出された頭蓋内領域が図7のように傾いている場合、側頭葉ウィンドウにおいて領域yおよび側頭葉の欠損する事例が認められた。そこで、左右両側頭葉ウィンドウ内の画像最下点までの距離(図7矢印)の差分を算出し、該当する側頭葉ウィンドウを上方に差分値分だけ移動させ、側頭葉ウィンドウを更新した(図7点線矩形参照)。

③予備実験の結果、領域xは側頭葉ウィンドウの中央かつ脳の内側に、領域yは側頭葉ウィンドウの上方かつ脳の外側にそれぞれ存在する傾向が認められた。そこで、側頭葉ウィンドウから領域x、領域yを含む矩形X(図8中の実線矩形)、矩形Y(図8

中の点線矩形)をそれぞれ抽出した。また、矩形サイズに関する予備実験の結果、矩形Xは側頭葉ウィンドウに対し、横幅を3分の2、縦幅を5分の3、矩形Yは横幅を5分の3、縦幅を2分の1に設定することで2領域を良好に取得できることが明らかとなった。さらに領域y下方の欠損を防止するため、側頭葉ウィンドウの更新を行った場合に関しては、矩形Yを抽出する際の縦幅に側頭葉ウィンドウサイズの20分の1を加えた。なお、左側頭葉および右側頭葉の矩形X、矩形Yをそれぞれ矩形LX、矩形LY、矩形RX、矩形RYとする。

3.4 特徴量抽出処理

上記処理により抽出された特徴量候補線分から矩形LX、矩形LYおよび矩形RX、矩形RYに含まれる領域をそれぞれ抽出し、各矩形内に存在する線分を特徴量と設定した(図9参照)。

4. 実験結果およびまとめ

実験の結果、矩形LX、矩形LYおよび矩形RX、矩形RYにおいて領域xおよび領域yの形状特徴を有する線分が抽出された。さらに、117例中99例(約85%)において、上記4矩形全ての特徴量を良好に抽出した。以上の結果は、本研究で提案する特徴量抽出処理の有用性を示唆するものである。実験結果の詳細については当日発表させていただく。



図4 特徴量候補線分



図5 特徴量候補線分

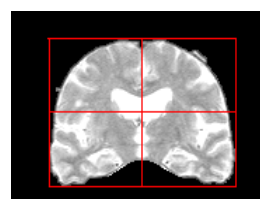


図6 頭蓋内領域4分割

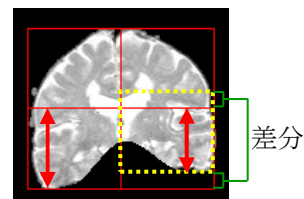


図7 側頭葉ウィンドウの補正

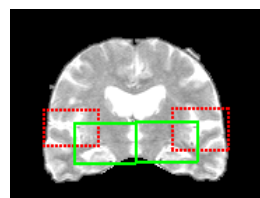


図8 指標領域抽出画像

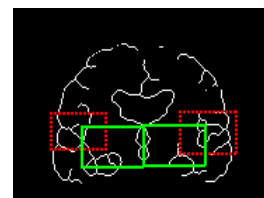


図9 特徴量抽出画像

参考文献

- [1]黒田：「アルツハイマー病」，岩波新書(1998)
- [2]西村、武田：「アルツハイマー型痴呆の画像診断」，メジカルビュー社(2001)
- [3]黒川、三浦、西田、景山、苗村：「MRI脳画像における頭蓋内領域の自動抽出法」，電学論C, Vol.124, No.9, pp.1780-1789(2004)