

## 頭部 MR 画像におけるシルビウス裂検出法の開発

林 則夫, 真田 茂<sup>\*</sup>, 鈴木 正行<sup>\*</sup>, 松浦 幸広<sup>\*\*</sup>

金沢大学大学院医学系研究科・〒920-0942 石川県金沢市小立野 5 丁目 11 番 80 号

<sup>\*</sup>金沢大学医学部保健学科・〒920-0942 石川県金沢市小立野 5 丁目 11 番 80 号

<sup>\*\*</sup>金沢大学医学部附属病院放射線部・〒920-8641 石川県金沢市宝町 13 番 1 号

### Development of Identification Method of Sylvian Fissure on Brain MR Images

Norio Hayashi, Shigeru Sanada<sup>\*</sup>, Masayuki Suzuki<sup>\*</sup>, Yukihiko Matsuura<sup>\*\*</sup>

Graduate School of Medical Science Kanazawa University,

5-11-80, Kodatsuno, Kanazawa, Ishikawa 920-0942, Japan

<sup>\*</sup>School of Health Sciences Kanazawa University,

5-11-80, Kodatsuno Kanazawa, Ishikawa 920-0942, Japan

<sup>\*\*</sup>Kanazawa University Hospital,

13-1, Takara-machi, Kanazawa-shi, Ishikawa 920-8641, Japan

**Abstract :** MR imaging is a very important method for the diagnosis of intracranial lesions. A measurement of the volume of the temporal lobe is a very useful method in diagnosing temporal lobe abnormalities. Therefore we develop the algorithm of the automated volumetry of the temporal lobe. However, it is often difficult to segment the temporal lobe. The Sylvian fissure is an important index for the segmentation of the temporal lobe. The purpose of this study is to develop the algorithm of the automated identification of the Sylvian fissure. We studied 10 normal volunteers and 2 patients who were suspected of Alzheimer disease. We performed the following four steps : (1) Segmentation of the brain on coronal images. (2) Edge enhancement of the y-direction on sagittal images. (3) Hough transform on edge-enhanced images. (4) Correction of R-L direction and S-I direction. In results, this method proved to be able to identify the Sylvian fissure on coronal and sagittal MR images in normal volunteers and patients. It is concluded that the Sylvian fissure identified by this method is a very useful index of the segmentation of the temporal lobe.

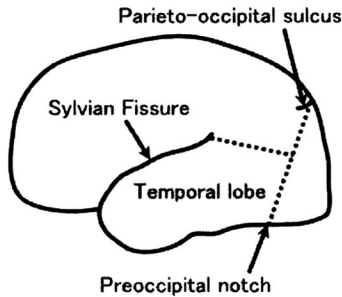
**Key words :** Sylvian fissure, Hough Transform, MRI

#### 1. 背景と目的

近年, 中枢神経疾患の MRI (Magnetic Resonance Imaging) 検査の重要性は高まっている。神経疾患における早期診断では, MR 画像上のわずかな変化を検出することが有用である。スクリーニング検査で対象となる初老期痴呆では萎縮により側頭葉の体積が減少する [1-3]。また精神神経疾患, 特に統合失調症 (精神分裂病) では, 海馬傍回の減少, 側脳室下角の拡大がおこる [4]。すなわち MRI 検査では, 脳の体積の変化は診断上非常に重要な指標となる。特に海馬を含む側頭葉の体積の計測および評価は重要

である [5-7]。

そこで我々は脳, 特に側頭葉を抽出して体積を計測する方法を開発している [8]。しかし側頭葉とその他の脳葉を識別することは非常に難しい。側頭葉は前頭葉, 頭頂葉の前部および後頭葉に接している。シルビウス裂は側頭葉と前頭葉および頭頂葉前部の境界となる裂溝である。半球裂内側面および半球外側面のいずれにおいても, 側頭葉と頭頂葉の後方部分や後頭葉との境界となる明瞭な指標はない。しかし一般的には, 外側面では後頭前切痕と頭頂後頭溝最後部を結んだ線が側頭葉との境界である (Fig. 1)。さらに, この線上に外側溝後端から下ろした



**Fig. 1** Boundary line of the temporal lobe on a sagittal image.

垂線が、頭頂葉の後方部分との境界である。最側面では、頭頂後頭溝と鳥距溝が交わる点と後頭前切痕を結んだ線が後頭葉との境界であり、鳥距溝の前方部分で頭頂葉と識別される[9]。

今回は上方部の境界であるシルビウス裂を自動認識する方法を提案する。

## 2. 方法

本研究で用いたシルビウス裂認識処理のフローチャートを Fig. 2 に示す。

### 2.1 対象および使用機器

対象は正常ボランティア 10 名 (Female : 6 名, Male : 4 名, 22-75 years, Mean : 31) およびアルツハイマーの疑いで脳全体に萎縮のある 2 名 (Female : 2 名, 81-85years, Mean : 83) である。本研究で使用する画像は、以下に示す装置および撮像条件で撮像した。

MRI 装置 : 1.5T GE SIGNA HORIZON

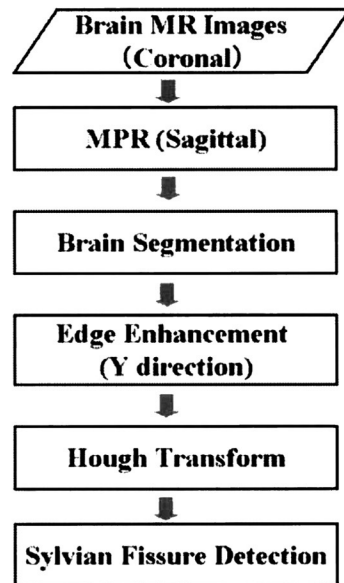
撮像条件 : SE, TR : 500[msec], TE : 8[msec], slice thickness : 5.0[mm], gap : 0.0[mm], FOV : 20cm, acquisition matrix : 256x128, image matrix : 256x256 NEX : 1, Coronal 像

### 2.2 ハフ変換処理を用いたシルビウス裂の粗検出

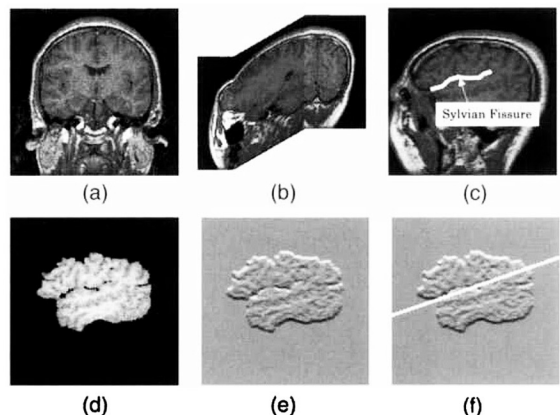
本研究で用いた画像は冠状断像である (Fig. 3 (a))。これは側頭葉が冠状断像上で最も観察しやすく、臨床における重要性が高いためである。しかし、シルビウス裂は矢状断像において最も識別しや

すい。そこで、冠状断像から MPR (Multi Planar Reconstruction) 処理によって矢状断面の画像を再構成した (Fig. 3 (b))。その再構成した画像より容易にシルビウス裂の位置と構造を観察できる (Fig. 3 (c))。

次に矢状断面の画像に対して領域拡張法を用いて



**Fig. 2** Flowchart for the detection of Sylvian fissure on coronal MR images



**Fig. 3** The steps of the identification of the Sylvian fissure (a) The coronal image, (b) MPR (sagittal), (c) The sagittal image, (d) The segmentation of the brain on the sagittal image, (e) The edge enhancement on the sagittal image (f) The result of the Hough Transform

脳の領域を抽出した(Fig. 3(d)) [10]. これは脳の領域を抽出することで、頭皮や頭蓋骨といった他の臓器による検出エラーを除去できるからである. また矢状断像上でシルビウス裂は、通常、横方向に伸びる線状構造を示す. そこで、抽出した画像に対して、画像上縦方向にカーネルサイズ5×5、係数2のソーベルフィルタを用いてエッジ強調処理を行った(Fig. 3(e)). この処理によってシルビウス裂の下端、すなわち上側頭回の上端の部分が強調される. そこでハフ変換処理を用いてこの部分の近似直線を求めた. ハフ変換処理における直線は次式に示すように定義する[11].

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$$

ただし、 $\rho$  は原点からの距離、 $\theta$  は垂角( $0 \leq \theta \leq \pi$ )である. この場合、この直線状の点( $x_i, y_i$ ) は次式で示すように、 $\rho-\theta$  空間で正弦波に写像される.

$$\rho = x_i \cos \theta + y_i \sin \theta$$

本手法では、シルビウス裂の解剖学的構造に基づいて、 $\rho-\theta$  空間において領域を制限した( $100 < \rho$  [pixel] < 140,  $70 < \theta$  [degree] < 90). すなわちエッジ強

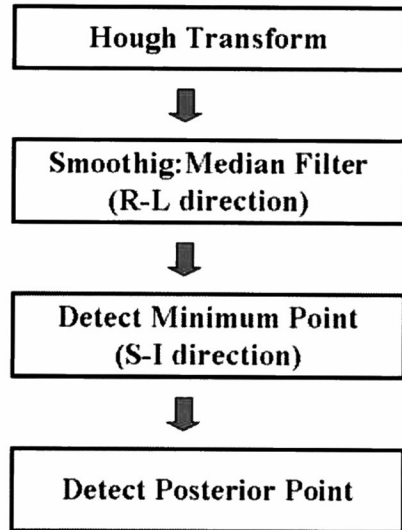


Fig. 4 Flowchart for the correction of the result of the Hough transform

調画像上の横方向に伸びる線分だけを検出した. この制限を加えることによってすべての症例においてシルビウス裂の領域を認識した(Fig. 3(f)).

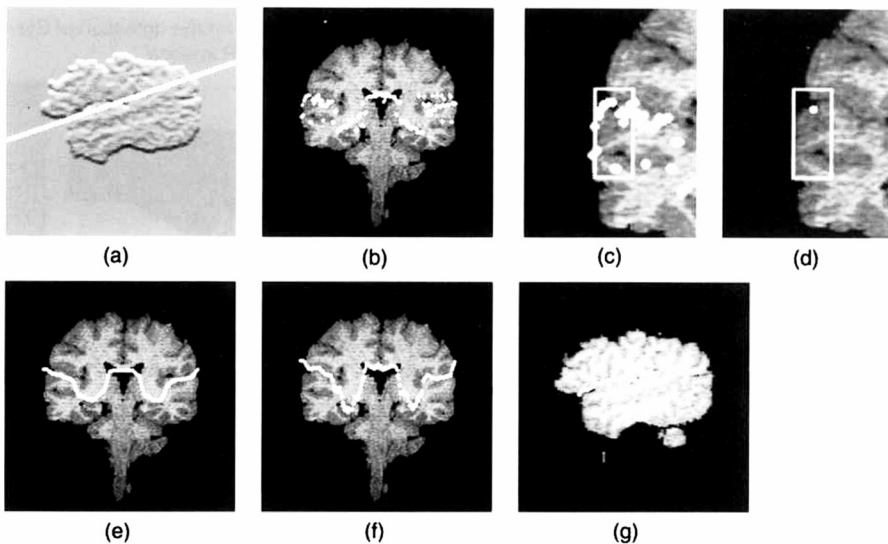


Fig. 5 The steps of the correction. (a) The result of the Hough Transform. (b) The plot of the result of the Hough Transform on the coronal image. (c) The plot of the result of the Hough Transform on the coronal image. Square shows an area of 15 plots. (d) The median of the 15 plots in the area. (e) The result of R-L correction. (f) The result of S-I correction. (g) The identification of the sylvian fissure.

### 2.3 シルビウス裂の認識

ハフ変換処理によって求めた近似直線をもとにシルビウス裂を認識する方法を Fig. 4 に示す。ハフ変換によって求めた近似直線はシルビウス裂の位置と完全には一致していない(Fig. 5(a))。矢状断像で検出した直線を冠状断像にプロットするとシルビウス裂以外の部分もプロットされた(Fig. 5(b))。これは直線検出時において、シルビウス裂のエッジよりも脳室や他の裂位置を良好に表現している。今回の自動認識の結果は手動でトレースした結果とはほぼ一致した。

また同じ症例の冠状断像における結果を Fig. 7 に示す。Fig. 7(a)はMRI装置で撮像した原画像である。左から右にかけて、後方から前方にかけての冠

状断像を示す。Fig. 7(b)は今回の検出結果を冠状断像にプロットしたものである。Fig. 7(c)は冠状断像における側頭葉の領域を手動でトレースしたものである。本手法によって、側頭葉外側の上端の境界であるシルビウス裂を良好に認識できた。

またアルツハイマーの疑いで脳萎縮のある症例1名の矢状断像における結果を Fig. 8 に示す。脳萎縮のある症例においても正常症例と同様にシルビウス裂を認識できた。同じ症例の冠状断像の結果を Fig. 9 に示す。

矢状断像の結果同様に本手法によって側頭葉の境界部であるシルビウス裂を良好に認識できた。

また、12症例中3例がシルビウス裂以外の部分を検出した。その1例を Fig. 10(a)に示す。これは

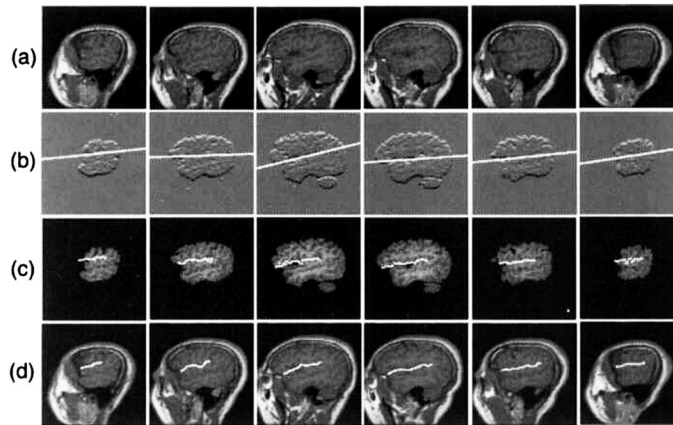


Fig. 6 Results on the sagittal images in a Normal patient. (a) Original sagittal images. (b) Results of the Hough Transform. (c) Results of the identification of the sylvian fissure. (d) Manual tracing of the sylvian fissure on the original images.

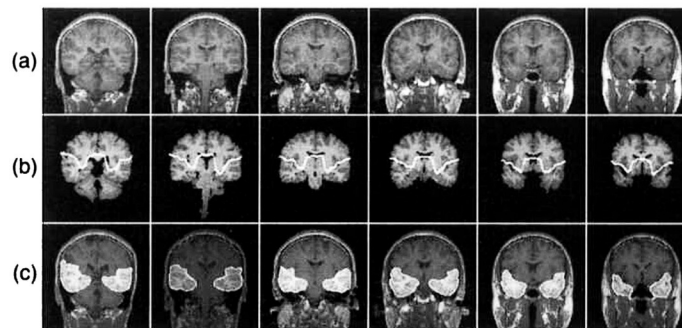
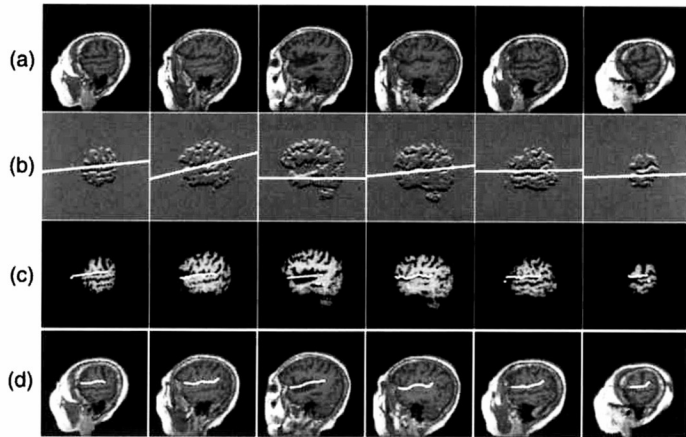
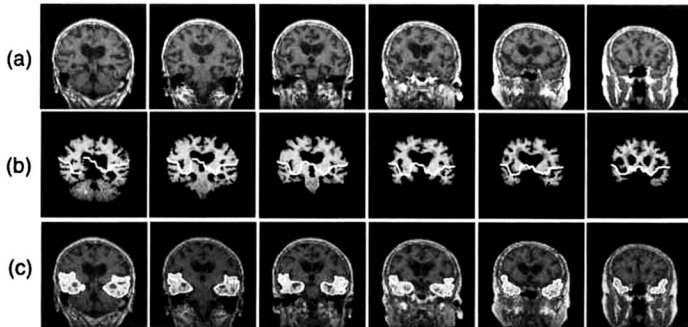


Fig. 7 Results on the coronal images in a Normal patient. (a) Original coronal images. (b) Results of the identification of the sylvian fissure. (c) Manual tracing of the temporal lobe on the original coronal images.



**Fig. 8** Results on the sagittal images in a patient with Alzheimer disease. (a) Original sagittal images. (b) Results of the Hough Transform. (c) Results of the identification of the sylvian fissure. (d) Manual tracing of the sylvian fissure on the original images.



**Fig. 9** Results on the coronal images in a patient with Alzheimer disease. (a) Original coronal images. (b) Results of the identification of the sylvian fissure. (c) Manual tracing of the temporal lobe on the original coronal images.

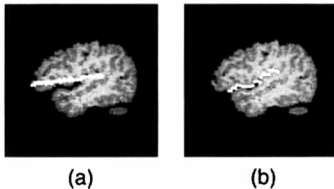
撮像時に頭が傾いているなどの原因から、矢状断像上シルビウス裂が斜め方向に走行していたためである。このようなケースはハフ変換処理のパラメータを調整( $120 < \rho < 140$ )することで正しく認識することができた(Fig. 10(b))。しかし、すでに正しく検出できているものに対して、このパラメータの変更は

誤検出を招く。このパラメータの自動調整に関しては今後検討する必要がある。他の9症例については、パラメータの調整をすることなく、シルビウス裂を自動で検出することができた。

### 3. 考察

今回の手法によって、正常症例および萎縮のある症例のいずれもシルビウス裂を良好に認識できた。この認識されたシルビウス裂は、前頭葉と側頭葉および頭頂葉と側頭葉を自動認識・識別する際に有用な指標となる。

シルビウス裂の認識はハフ変換処理が重要なステップとなる。しかし、ハフ変換だけでシルビウス



**Fig. 10** Results of default parameter and modified parameter. (a) Default parameter ( $100 < \rho < 140$ ). (b) Modified parameter ( $120 < \rho < 160$ ).

裂を完全に認識することはできない。Fig. 10で示したように体位が悪い症例ではデフォルトのパラメータが有効ではない。また萎縮のある症例ではシルビウス裂のエッジ、すなわち上側頭回の上端のエッジより、萎縮により拡大した他の裂溝のエッジを検出することもある。しかし、今回用いたR-L方向の補正およびS-I方向の補正によって、これらのエラーを除去し、正確なシルビウス裂の認識が正常症例および萎縮のある症例いずれにおいても可能となった。また、外側面の境界であるシルビウス裂だけでなく、側頭葉内側面の境界である脈絡裂の部分も認識できた。内側面の境界についてはまだ完全には認識できないため、今後さらに検討する予定である。

#### 4. まとめ

シルビウス裂は前頭葉、頭頂葉および側頭葉の境界として非常に重要な指標となっている。従来側頭葉の抽出を行う際に、間違っって上方を認識するもあったが、この指標を用いることによって側頭葉認識精度がさらに向上することが期待できる。また、側頭葉の抽出だけでなく、前頭葉および頭頂葉など他の脳葉の抽出にも非常に重要な指標となるため、本手法が脳葉の分離・認識において有用なものになると考える。

#### 参考文献

- [1] Morys J, Bobek-Billewicz B, Dziewiatkowski, et al.: Changes in the volume of temporal lobe structures related to Alzheimer's type dementia, *Folia Neuropathol*, 40(2), 47-56, 2002.
- [2] Barber R, Gholkar A, Csheltens P, et al.: Medial temporal lobe atrophy on MRI in dementia with Lewy bodies, *Neurology*, 52, 1153-1158, 1999.
- [3] Erkinjuntti T, Lee DH, Gao F, et al.: Temporal lobe atrophy on magnetic resonance imaging in the diagnosis of early Alzheimer's disease, *Arch Neurol*, 50(3), 305-310, 1993.
- [4] Yasuhiro Kawasaki, Yoshiki Maeda, Katsumi Urata, et al.: A Quantitative Magnetic Resonance Imaging Study of Patients with Schizophrenia, *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 242, 268-272, 1993.
- [5] C J Galton, B Gomez-Anson, N Antoun, et al.: Temporal lobe rating scale: application to Alzheimer's disease and frontotemporal dementia, *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 70, 165-173, 2001.
- [6] C. Watson, F. Andermann, P. Gloor, et al.: Anatomic basis of amygdaloid and hippocampal volume measurement by magnetic resonance imaging, 42, 1743-1750, 1992.
- [7] Erin D. Bigler, Carol V. Andersob and Duane D. Blatter: Temporal lobe Morphology in Normal Aging and Trauma Brain Injury, *American Journal of Neuroradiology*, 23, 255-266, 2002
- [8] 林 則夫, 真田 茂, 鈴木 正行: 頭部MR画像中央冠状面付近における側頭葉自動認識法の開発, *日本放射線技術学会誌*, submitted
- [9] 高倉公朋: 側頭葉[機能・解剖・手術], 2-7, メジカルビュー社, 東京, 1996
- [10] 川原敏一, 坂本雄児, ガナムシイワ: テクスチャ領域の大きさを可変としたMRIからの臓器自動抽出法, *電子情報通信学会雑誌, J80-D-II(7)*, 1651-1658, 1997
- [11] 画像処理標準テキストブック編集委員会: イメージプロセッシング〈画像処理標準テキストブック〉, 187-190, 財団法人画像情報教育振興会, 東京, 2001