

速報

腰椎MRIにおけるSagittal撮像断面の
自動設定アルゴリズムの一提案弦巻正樹^{1,2)}・李 鎔範³⁾・蔡 篤儀³⁾・関谷 勝³⁾・風間清子¹⁾論文受付
2005年12月13日論文受理
2006年1月26日

Code No. 500

- 1) 中条中央病院放射線室
- 2) 新潟大学大学院保健学研究科保健学専攻
- 3) 新潟大学医学部保健学科放射線技術科学専攻

緒言

MRI装置を操作する撮像者には、解剖的に的確な撮像断面の設定が求められる場合がある。特に腰椎のMRI検査では、撮像者は、患者ごとの体格の違いや脊椎の側弯の状態を把握し、寝台に患者が寝るときの位置や角度等によってlocalizer imageから腰椎の位置を確認して、診断に必要な撮像断面の設定を手動で行っている。もし撮像目的に応じて短時間で自動的に撮像断面が設定できれば、MRI撮像業務の効率化の向上につながると考えられる。そこで本研究では、腰椎のcoronal localizer imageから脊髄腔領域を認識し、sagittal方向における撮像断面を自動設定するアルゴリズムを開発する必要があると考え、その一手法を提案する。なお、本論文での“撮像断面自動設定”とは、DICOM出力されたcoronal localizer image上での撮像断面ラインの自動決定を意味しており、実際のMRI装置内での撮像断面自動設定ではないことを明記しておく。

1. 方法

実験用画像として、本研究の趣旨を十分に説明しMRI撮像に同意を得た健常ボランティア10名(男性6名、女性4名)より得た、腰椎の3-plane localizer im-

ageからcoronal方向に腰椎と脊髄腔が同時に写っている画像(coronal localizer image)をそれぞれ1枚選択し、原画像として用いた。撮像装置はSigna Profile 0.2T(GE横河メディカルシステム社製)、撮像条件は、2D fast spoiled gradient recalled acquisition in the steady state(2D-FSPGR)によるmatrix size 256×128, FOV 40×40, FA 70°, TR 115, TE 7, BW 5.21 kHz, slice thickness 5 mm, 1NEXのT1強調である。

提案する撮像断面自動設定アルゴリズムのフローチャートをFig. 1に、各処理に対応する処理画像をFig. 2に示す。主な処理は三つのブロックに分けられる。最初のブロックでは、濃度ヒストグラムや膨張収縮処理¹⁾を用いて空気と皮下脂肪領域を削除し、次のブロックではエッジ検出フィルタによって脊椎領域の抽出を行う。そして、最後のブロックでは、脊椎領域からさらに脊髄腔領域を抽出しハフ変換²⁾することで撮像断面を得る。

最初のブロックでは、特に濃度ヒストグラムから、空気領域のピーク、皮下脂肪領域のピーク、そしてその他の領域(臓器や脊椎など)のピークを自動的に認識し(Fig. 2b)), それらのピーク間の谷をしきい値として2値化することで空気領域と皮下脂肪領域の削除を

Algorithm for Automatic Determination of the Sagittal Imaging Plane in Lumbar MRI

MASAKI TSURUMAKI,^{1,2)} YONGBUM LEE,³⁾ DU-YIH TSAI,³⁾ MASARU SEKIYA,³⁾ and KIYOKO KAZAMA¹⁾

1) Department of Radiology, Nakajo Central Hospital

2) Niigata University Graduate School of Health Sciences

3) Department of Radiological Technology, School of Health Sciences, Faculty of Medicine, Niigata University

Received Dec. 13, 2005; Revision accepted Jan. 26, 2006; Code No. 500

Key words: MRI, Lumbar, Image recognition, Slice line, Automatic setting別刷資料請求先: 〒959-2656 新潟県胎内市西本町12-1
中条中央病院放射線室 弦巻正樹 宛

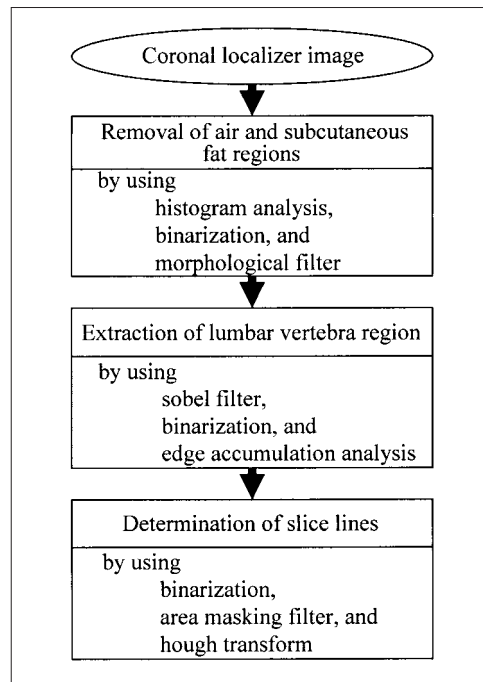


Fig. 1 Flowchart of our proposed algorithm.

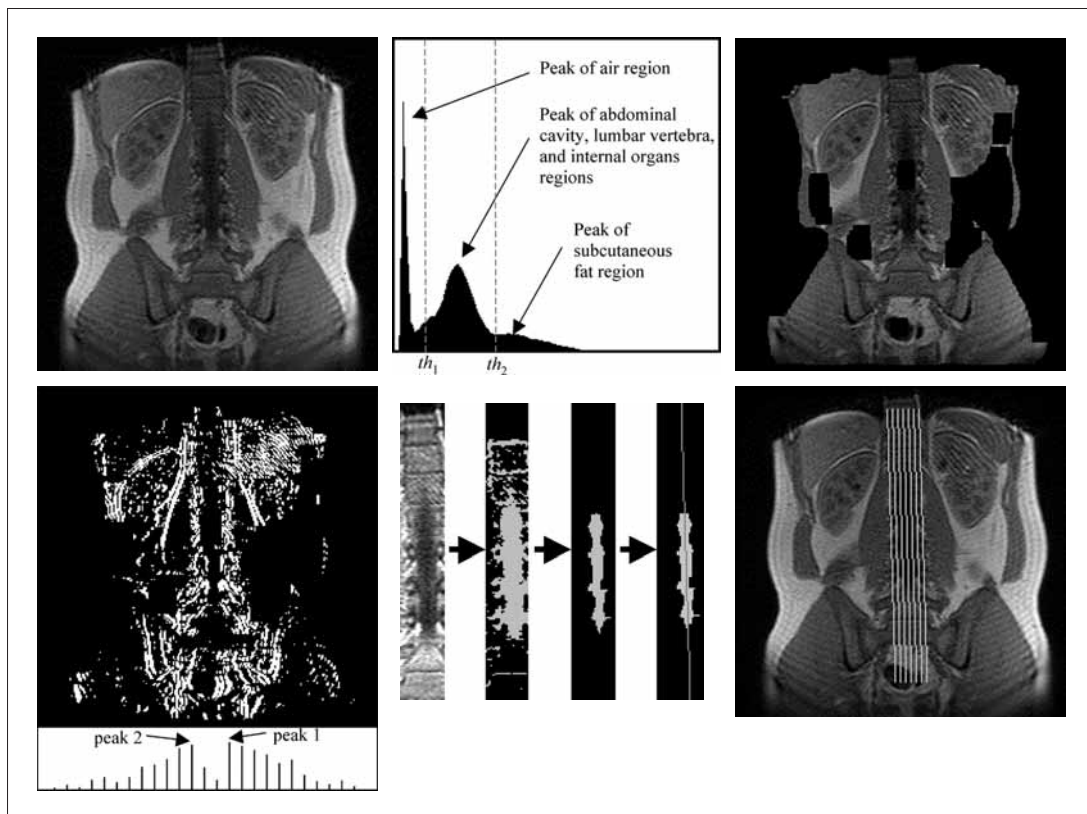


Fig. 2 Processed images corresponding to the flowchart.

(a) Original image (coronal localizer image)

(b) Histogram of original image. Threshold values th_1 and th_2 for binarization

are automatically determined by detecting valleys between peaks.

(c) Pre-processed image obtained by eliminating air and subcutaneous fat regions after applying binarization and morphological filter of dilation and erosion.

(d) Image obtained by applying Sobel filter to (c) and its accumulative distribution of vertical-direction edge component.

(e) Lumbar vertebral region, binary image, and spinal cord region detected by area masking, and a slice line obtained by Hough transform.

(f) Seven lines automatically determined for sagittal slice.

a	b	c
d	e	f

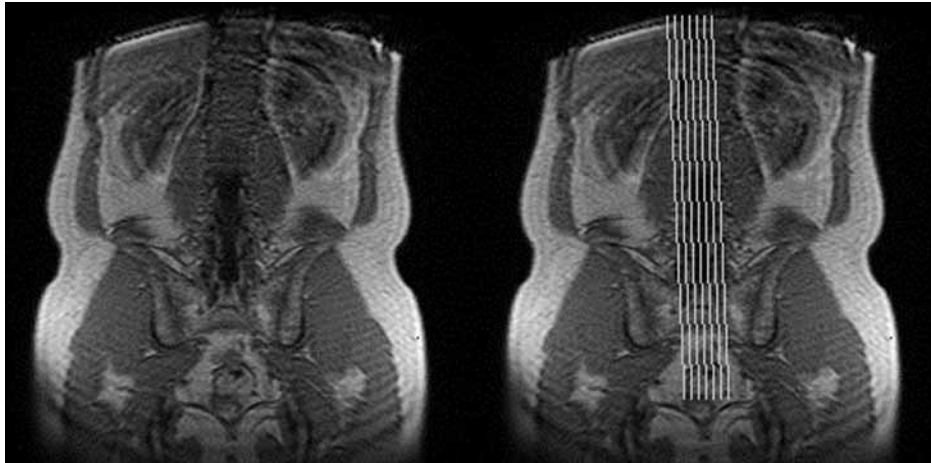


Fig. 3 Case in which correction of angle was necessary.

行った(Fig. 2c)). 二つめのブロックでは、まず縦成分のみを検出するソーベルフィルタ³⁾を実行し、得られたエッジ成分を画像上の縦方向に積算することでエッジの累積分布を得る(Fig. 2d)). そして、脊椎の辺縁ではエッジの累積が大きくなるので、累積分布で高い値を示す二つのピークを求め、そのピーク間を脊椎領域とした。最後のブロックでは、脊椎領域から脊髓腔領域を抽出し、その領域をハフ変換することで撮像断面のラインの決定を行う(Fig. 2e)). 脊髓腔領域の抽出には、まず一定のしきい値で2値化を行い、次に、細かな雑音領域を消去するためにマスクサイズ7×5のフィルタで面積によるマスクングを行った。具体的には、マスク内で面積が33画素以上の場合、マスクの中心画素は脊髓腔領域内にあると判定した。そして、抽出された脊髓腔領域をハフ変換することで撮像断面のラインを一本決定した。最後に、決定したラインを中心に、左右平行に3本ずつのラインを加え、計7本の最終的な撮像断面用のラインを決定した(Fig. 2f)). なお、これらのラインは、FOV30×30, slice thickness 5mm, spacing 1mm, 7sliceによる撮像を想定したものである。

自動設定された撮像断面ラインの評価は、MRI検査の経験年数2～8年の診療放射線技師5人によって行われた。視覚的に角度や位置の修正が必要であるかを基準として、次のA～Dの四つの項目のなかから一つを選択してもらった。

- A. 自動的に得られた撮像断面でそのまま撮像できる。
- B. 自動的に得られた撮像断面の角度の修正が必要。
- C. 自動的に得られた撮像断面の位置の修正が必要。
- D. 自動的に得られた撮像断面の角度と位置の両方修正が必要。

2. 結果・考察

結果として、10症例中9症例で全員がAを選択し、残りの1症例は全員がBを選択した。全員がBを選択した症例と本手法による断面設定の結果をFig. 3に示す。この症例において断面ラインの角度がずれた原因は、脊髓腔領域の抽出処理時に雑音領域を十分に削除できなかったためである。つまり、ハフ変換の際に雑音領域が残っていたために、断面ラインが正しく設定できなかった。そこで、脊髓腔領域を抽出するときの2値化や雑音除去のためのマスクングのしきい値を調節して再度撮像断面を半自動で設定したところ、全員がBからAに選択を改めた。このことから、今後は、脊髓腔領域を抽出する際の適切なしきい値の決定法の追加検討が必要であると考えられる。なお、本手法の処理時間は、CPU: Celeron 498MHz, Memory: 192MByteのパソコン上で1症例1秒以内であった。

3. 結語

腰椎のcoronal localizer imageからsagittal方向における撮像断面を自動設定する一手法を提案した。10症例に適用した結果、1症例で手動による角度の調整が必要であったものの、9症例では自動設定された断面でそのまま撮像してもよいという良好な結果が得られた。将来的に、本手法のようなアルゴリズムをMRI装置内に組み込むことで、MRI撮像業務支援の可能性があると考えられる。今後、適切なパラメータの設定、特殊ケースに対応できるように改良、より多くの症例への適用、sagittal localizer imageからaxial方向の撮像断面設定を行うアルゴリズムの考案、などを継続して行っていく予定である。

参考文献

- 1)井上誠喜,八木伸行,林 正樹,他:2値画像の雑音除去,C言語で学ぶ実践画像処理 . pp.59-60,63,オーム社,東京,(1999).
- 2)安居院猛,中嶋正之:ハフ変換 . 画像情報処理 . pp.115-119,森北出版,東京,(1991).
- 3)奥富正敏:ソーベルフィルタ . デジタル画像処理 . pp.116-117,画像情報教育振興協会,東京,(2004).

図表の説明

- Fig. 1 提案アルゴリズムのフローチャート
- Fig. 2 フローチャートに対応する処理画像
 (a)原画像(coronal localizer image)
 (b)原画像のヒストグラム . 2値化のためのしきい値 th_1 , th_2 は,ピーク間の谷で自動的に決定される .
 (c)2値化,膨張収縮処理によって空気および皮下脂肪領域が削除された前処理画像
 (d) (c)にソーベルフィルタを適用した画像とその縦方向のエッジ累積分布
 (e)脊椎領域,2値画像,面積マスクング画像によって抽出された脊髓腔領域,ハフ変換によって得たスライス線
 (f)自動決定された7本のsagittal撮像断面用のライン
- Fig. 3 角度の修正が必要であった症例