

## CCD スキャナで取り込んだ胸部単純 X 線像における肋骨抽出

高木 直人<sup>†</sup> 阿部 孝司<sup>†</sup> 南 昌秀<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>近畿大学理工学部情報学科

<sup>‡</sup>東京大学大学院医学系研究科

### 1. まえがき

従来の胸部 X 線像内の臓器抽出を行う研究では、X 線フィルムが鮮明にデジタル化される専用スキャナによって作成された画像が用いられているが<sup>[1]</sup>、ドラムスキャナなどレントゲン写真専用スキャナは高価なため実用性に欠ける。近年では CR 画像も増えてきたが、過去に撮影されたフィルムを計算機で診断支援する場合、フィルムのデジタル化は不可欠になる。本研究では、文献<sup>[3]</sup>の CCD スキャナで取り込んだ胸部 X 線像に対するじん肺の自動診断システムの前処理として、肋骨エッジを自動抽出することを検討する。CCD スキャナを用いて胸部 X 線写真をデジタル化した場合、専用スキャナに比べ著しく画像全体の鮮明性が欠如し、肋骨縁も不鮮明になるため従来手法<sup>[2]</sup>を適用するのは難しい。本報告では、比較的鮮明な肋骨の下側エッジを初めに検出し、これを用いて上側エッジを推定することで肋骨縁を検出する方法を提案する。

### 2. 本研究で用いる胸部単純 X 線像の特徴

図 1①は本研究で用いる CCD スキャナでデジタル化された画像であり、図 1②はドラムスキャナでデジタル化された画像である。これら 2 枚の肺内部を観察すると、鮮明性に明らかな違いがある。ドラムスキャナでデジタル化された画像は鮮明に映るため肋骨エッジを精度よく抽出できるが<sup>[1]</sup>、図 1①は光の透過により肺内部が暗く、目視では肋骨を認識することが困難であることがわかる。このように、CCD スキャナでデジタル化された胸部 X 線像に対して肋骨を抽出するには、従来手法を適用するのは困難であり別に検討する必要がある。

### 3. 提案手法

本研究は文献<sup>[3]</sup>の前処理であり、ここでは、右肺内部に見られる 5 本の肋骨エッジを抽出する方法を提案する。なお、本研究で使用する画像は、35cm×35cm の肺レントゲン写真を解像度 400dpi 階調数 8bits の白黒濃淡画像にデジタル



①CCD スキャナ ②ドラムスキャナ

図 1 異なるスキャナで取り込まれた胸部 X 線像における濃度の違い

化し、右肺が映っている領域部分を手動で方形に切り出したものである。

#### 3.1. 前処理

原画像に線形補間縮小処理を用い 1/5 サイズにする。次に、濃度ヒストグラムの均一化、選択的局所平均法を順に行う。

#### 3.2. 肋骨の下側エッジ抽出

肋骨は下側の厚みが増しており、X 線フィルムで撮影した際、肋骨縁下側が比較的強く映る特徴があることから、肋骨の下側エッジをまず抽出する。ここでは、kirsch フィルタを用いて強調させる。kirsch フィルタは、最大のエッジ強度を示すプレートマスクで、エッジ方向も得る。まず、注目画素において、垂直上向きを基準とし ( $\theta = 0^\circ$ )、反時計回りに  $\theta = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ, 225^\circ, 280^\circ, 315^\circ$  のエッジマスク 8 種類を対象画像に施し、判別分析を用いて 2 値化すると、図 2①の画像のように下側エッジ周辺のノイズが多く下側エッジの抽出が困難である。そこで、肋骨エッジはほぼ一定角度であるという特徴を利用し、kirsch フィルタの方向を  $\theta = 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ$  の 3 個に制限しエッジ強調する。その後、画素値 50 以下の画素をノイズとして除去する。得られた画像に判別分析を用いて 2 値

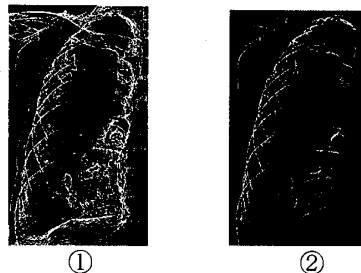


図 2 kirsch フィルタによるエッジ強調

Extraction of Ribs in a Lung Radiograph Taken with a CCD Scanner

Naoto Takagi<sup>†</sup>, Koji Abe<sup>†</sup>, and Masahide Minami<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>School of Science and Engineering, Kinki University

<sup>‡</sup>Graduate School of Medicine, the University of Tokyo

化した画像が図 2②である。

次に、図 2②から、ラベリング処理で下側エッジのみを抽出する。一般的にラベリングは 4 または 8 近傍で行うが、右肺の概外形線と肋骨エッジが連結していることから、本手法では前述の角度と同様  $\theta = 0^\circ, 270^\circ, 315^\circ$  の 3 近傍とし、左下から水平方向にラスタ走査を行い、一番上まで行う。そして、肺の概外形線が連結していない画像もあることが考えられるため、領域面積の大きいものから順に 5 つ抽出する (図 3①)。この処理により鎖骨と下側エッジ間に見られるノイズを除去する。次に、外側の概外形線を除去するため、左から水平方向にラスタ走査を行う。画素を見つけたら、その画素から右 5 画素の除去を行い、これを画像配列のすべての行に対し行う (図 3②)。最後に、Hilditch 法による細線化を行い、注目画素から垂直上下方向それぞれ 2 画素、計 5 画素の白画素が存在すれば、それをノイズとみなし細線化後の画像から除去する。上記で用いたラベリングより最大面積から大きい順に 5 つが下側エッジであるとみなし抽出する (図 3③)。

### 3.3. 肋骨の上側エッジ推定

対象画像に対し前述のエッジ強調の処理を行っても、図 2 図 3 のように肋骨の上側エッジは強調されていない。そこで、抽出された肋骨の下側エッジを用いて、それに対応する上側エッジを推定する。いま、画像サイズ  $M \times N$  の下側エッジを  $R_k$  (上から  $k=1 \sim 5$ ) とし、 $R_k$  のみをそれぞれ取り出した  $M \times N$  の 2 値画像  $S_k$  と図 2①の  $M \times N$  の画像  $W$  との画素値の残差を次のように求める。 $R_k$  をそれぞれ  $S_k$  内で垂直上方向に表 1 の範囲で  $n$  回平行移動させ、 $S_k(n)(x, y)$  と  $W(x, y)$  との残差  $E_k(n)$  を求める (式 1)。  $E_k(n)$  が小さいほど  $n$  回平行移動させた下側エッジ  $R_k$  と画像  $W$  における  $k$  番目の上側エッジは類似と言える。従って、 $E_k(n)$  の最小値を取る  $S_k(n)$  を  $R_k$  の上側エッジの領域とみなす。

$$E_k(n) = \sum_{x=0}^M \sum_{y=0}^N |S_k(n)(x, y) - W(x, y)| \quad (1)$$

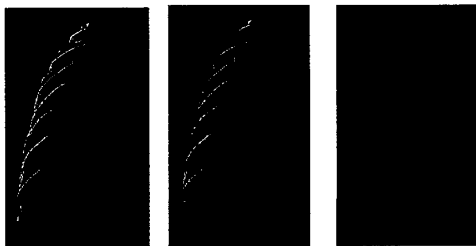


図 3 肋骨の下側エッジ抽出

表 1 肋骨上側エッジ推定幅

肋骨	$n$
$R_1, R_2$	$10 \leq n \leq 21$
$R_3$	$15 \leq n \leq 26$
$R_4$	$20 \leq n \leq 31$
$R_5$	$25 \leq n \leq 36$

## 4. 実験結果

右胸部 X 線像 51 枚に対し本手法を適用し実験を行った。本手法により抽出された肋骨エッジを目視で評価した結果を表 2 に示す。ここでは、上側エッジと下側エッジ両方で 1 組としている。なお、2, 1, 0 組のみ抽出された画像はいずれも 0 枚であった。図 4 は、本手法による肋骨抽出の成功例と失敗例である。領域面積の大きいものから 5 つ抽出する際 (図 3③)、ノイズの領域面積が下側エッジより大きく下側エッジがノイズとして除去されたものは、対象画像に存在する抽出対象の全下側エッジ 255 本中 23 本であった。

表 2 実験結果

5 組	4 組	3 組
33 枚(64.7%)	11 枚(21.6%)	6 枚(11.7%)

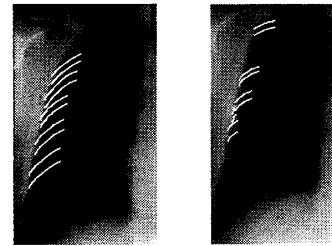


図 4 肋骨エッジの抽出結果

## 5. むすび

本報告では、CCD スキャナで取り込んだ胸部単純 X 線像における肋骨の方法を提案した。実験結果から、本手法より比較的良好な精度で肋骨を抽出することができることを示した。今後は、kirsch フィルタにおける下側エッジ抽出精度を上げることである。

## 文 献

- [1] 菅原, 柳原, 杉本, “ハフ変換および線形状性を利用した胸部 X 線像の主要陰影の辺縁抽出” 信学論, Vol.J77-D-II, No.7, pp.1375-1381, Sept. 1994.
- [2] 根来, 末永, 鳥脇, “間接投影胸部 X 線写真のパターン認識,” 信学論, vol.20, no.9, pp.747-754, 1972.
- [3] 喜多, 向井, 阿部, 南, “肋骨と肋間からの濃度分布特徴抽出によるじん肺写真の定量評価と分類” 情報処大全, pp.2-393 - 2-394, Mar. 2008.