

# 胸部 X 線 CT 画像における充実型陰影とすりガラス状陰影の自動分類法

富田 拓也<sup>†</sup> 原 武史<sup>†</sup> 周 向榮<sup>†</sup> 林 達郎<sup>†</sup> 村松 千左子<sup>†</sup> 藤田 広志<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 岐阜大学大学院医学系研究科再生医科学専攻知能イメージ情報分野 〒501-1194 岐阜県岐阜市柳戸 1-1

E-mail: <sup>†</sup> {tomida, hara, zxr, hayashi, chisa, fujita} @fjt.info.gifu-u.ac.jp

**あらまし** CT による検診では、1 患者あたり数十枚以上という大量の画像データが発生するため、医師の読影負担は増加すると予想され、医師の読影補助を目的としたコンピュータ支援診断 (computer-aided diagnosis : CAD) システムの開発が求められている。結節状陰影には充実型陰影 (Solid) とすりガラス状陰影 (Ground Glass Opacity : GGO) がある。Solid の割合が増加すると悪性の可能性が非常に高くなる。本報告では、Solid と GGO の割合を計算し、自動で分類を行う手法を提案する。割合の計算手法には単純閾値処理とコントラスト値を用いて領域を分割した。我々が評価に用いた Lung Imaging Database Consortium (LIDC) では 4 人の医師の所見があり、それぞれ 5 段階に分類している。本報告では、胸部 X 線 CT 画像 36 症例 (結節状陰影の個数 77 個) を用いて分類を行った。Solid と GGO について医師間の所見の一致率は 25.6% から 66.7% とバラツキがある。それに対し医師とコンピュータ間の判別率 63.6% から 100% と、良好な結果が得られた。

**キーワード** 結節状陰影, 充実型陰影, すりガラス状陰影, コンピュータ支援診断

## Automatic classification method of Solid and Ground Glass Opacity in Chest X-ray CT Images

Takuya TOMIDA<sup>†</sup> Takeshi HARA<sup>†</sup> Xiangrong ZHOU<sup>†</sup> Tatsuro hayashi<sup>†</sup>  
Chisako MURAMATSU<sup>†</sup> and Hiroshi FUJITA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Department of Intelligent Image Information, Division of Regeneration and Advanced Medical Sciences,  
Graduate School of Medicine, Gifu University 1-1 Yanagido, Gifu-shi, Gifu, 501-1194 Japan

E-mail: <sup>†</sup> {tomida, hara, zxr, hayashi, chisa, fujita} @fjt.info.gifu-u.ac.jp

### 1. はじめに

肺がんによる死亡者数は増加しており、近年では部位別がん死亡者数で男性では第 1 位、女性では胃がんに次いで第 2 位であり、その数は増加傾向にある。

CT による検診では、大量の画像データが発生するため、医師の読影負担は増加すると予想される。そこで医師の読影補助を目的とするコンピュータ支援診断 (computer-aided diagnosis : CAD) システムに期待がもたれている。

結節状陰影には充実型陰影 (Solid) とすりガラス状陰影 (Ground Glass Opacity : GGO) がある。医師は診断を行う際、病変部の内部構造などが手掛かりとして読影を行う。そこで、Solid の割合が増加すると悪性の可能性が上昇するといわれている [1]。また、10mm 未満の微小結節状陰影の中には、ダブリングタイムが 77~266 日と速く、早期にリンパ節転移を起こす Solid 主体の肺がん、肉芽腫、肺内リンパ節等に変化する可能性がある。したがって Solid と GGO を早期に分類することは診断上重要である [1, 2]。

われわれは、米国の National Cancer Institute と Lung Imaging Database Consortium (LIDC) [3, 4] が公開する結節状陰影の画像データベースを用いて研究を行っている。ここでは、医師間の所見の一致率は、25.6% から 66.7% とばらつきがある。これは、専門科医でも定量的な診断は難しいと考えられる。

そこで本研究では、医師が結節状陰影を定量的な診断を補助するための CAD の開発を目的としている。

本研究では、結節状陰影の核と辺縁部の割合を算出し分類を行う。

### 2. 対象陰影

LIDC では、4 名の放射線科医が結節状陰影の選定を行った。すべての結節状陰影は、8 つの特徴量で多段階に評価されている。その内容を表 1 に示す。ここで Solid から GGO への変化の程度は texture 特徴量で 5 段階に評価されている。

本研究では、LIDC 36 症例 (x-y 解像度 0.507~0.761, スライス厚 1.25~3mm, 3mm 以上 10mm 未満の結節状

陰影 77 個)を用いる。4 名の医師が検出した結節状陰影の個数は、それぞれ 44 個、56 個、51 個、27 個である。

画像はあらかじめ、線形補間を行いピクセルのサイズを等方性にする。

図 1 に対象陰影の例を示す。画像下の数字は texture の値を示している。値が低いほど GGO の特徴を持ち、値が高いほど Solid の特徴を持つ。

### 3. 方法

対象陰影は肺野の内部にある。そこで、肺野領域の抽出を行う。その後、結節状陰影の抽出を行い、Solid と GGO の分類を行う。結節状陰影の抽出には平野らの腫瘍領域抽出手法を用いる[5]。Solid と GGO の分類には特徴量の一つに核と辺縁部の割合を用いる。核と辺縁部の割合を算出するには、核と辺縁部との境界を決める必要がある。そこで以下のような手法を用いて核と辺縁部の境界を探索し割合の計算を行う。

#### 3.1. 肺野領域の抽出

対象の結節状陰影は肺野領域内のみ存在する。そこで、対象を肺野領域のみに限定するために、肺野抽出を行う。

肺野領域は他の領域に対して濃淡値が低い。そこで、経験的に決めた閾値を用いて閾値処理を施して肺野領域を抽出する。閾値処理では結節状陰影や血管などの濃淡値が高い領域が抽出されない。そこで、濃淡値が高い領域を閾値処理により抽出する。その抽出した領域にラベリング処理を施し、一定体積以上の領域を削除することで結節状陰影や血管を抽出する。次に閾値処理で抽出した肺野領域と血管の論理和をとる。最後に、得た領域に対してラベリングを行う。ラベル毎に 7 個の特徴量 [面積、円形度、ラベル領域の平均画素値、縦横比、ラベル領域の最小の x 座標、最大の x 座標、最大の y 座標] を抽出し、検査台や小腸などの腹部領域を削除する。最終的に得られた領域を肺野領域とする。肺野抽出結果例を図 2 に示す。

#### 3.2. 核と辺縁部の割合の計算

核と辺縁部の割合を計算する手法は以下の通りである。

STEP1 辺縁部は核に対して濃淡値が低い。そのため経験的に決めた閾値を用いて閾値処理を行い、核と辺縁部に分割する。

STEP2 核と辺縁部に分割した領域に対して、核と辺縁部の境界を探索し、ピクセル毎に境界の差分を得る。差分の値が一定以上であれば辺縁部を核とし、一定以下であれば、核を辺縁部とする。

STEP2 を核と辺縁部が変化しなくなるまで行う。

STEP3 核の領域を結節状陰影の領域で割り核の割

合を得る。

図 3 に手法の各状態の例を示す。中心の黒い領域が核の領域であり、白い領域が辺縁部である。

### 3.3. 分類

本研究では、7 個の特徴量 [核の割合、体積、球形度、縦横比、平均濃淡値、核の平均濃淡値、辺縁部内の平均濃淡値] を抽出し、正準判別分析を用いて分類を行う。4 名の医師の所見は異なる。そこで医師毎に分類を行う。また、体積、球形度、縦横比は結節状陰影の形状を考慮するための特徴量である。核の平均濃淡値は、核の濃淡値が高くなると悪性の可能性が高くなる[1]ことを考慮するための特徴量である。

表 1 LIDC で評価されている特徴量

feature	特徴量の説明
subtlety	値が低いほど淡い
internal structure	1: 軟部組織 2: 体液 3: 脂肪 4: 空気
calcification	1: ポップコーン状 2: ラミネート状 3: 固体状 4: 主要でない石灰化 5: 主要な石灰化 6: ぼんやりした石灰化
sphericity	値が高いほど球形に近い
margin	値が高いほど辺縁がはっきりしている
spiculation	値が低いほどスピキュラが多く存在する
texture	値が低いほどGGOの特徴を持ち、高いほどSolidの特徴を持つ
malignancy	値が高いほど悪性の疑いがある

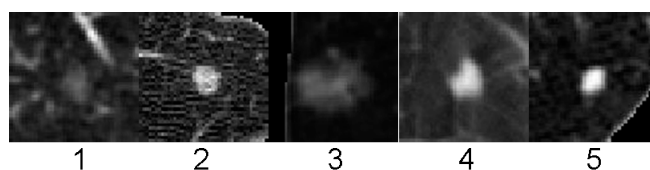


図 1 対象陰影の例 (数字は texture の値)

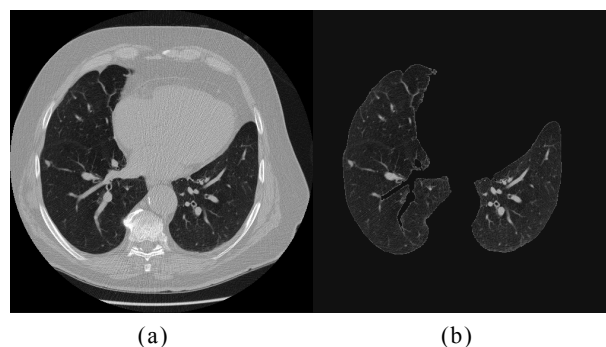


図 2 肺野領域抽出結果例 (a)原画像 (b)肺野領域抽出結果

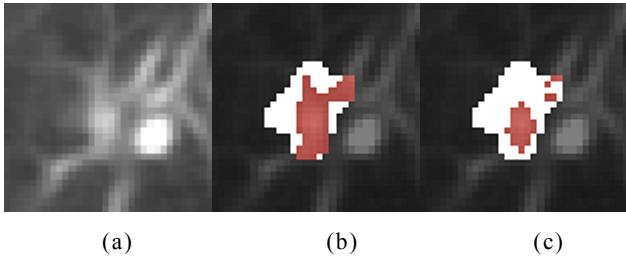


図 3 手法の各状態の例

(a) 原画像. (b)単純閾値後. (c)最終分割結果

#### 4. 結果

領域の自動抽出に成功した症例を本手法に適用した. 4人の医師の所見にはばらつきがあるため評価することは難しい. そこで, コンピュータの分類結果を医師毎に評価した. 分類には, 結節状陰影の領域抽出に成功した症例のみを用いた. 医師1が44個中38個, 医師2が56個中52個, 医師3が51個中44個, 医師4が27個中22個で抽出に成功した.

表2から表5に医師とコンピュータ間の結果を示す. その判別率は, それぞれ 78.9%(30/38), 78.8%(41/52), 63.6%(28/44), 100%(22/22)であった.

また, 図4に医師間の所見の一致率と医師とコンピュータ間の判別率をそれぞれ示す. 医師間の所見の一致率は, 2名の医師の所見が一致した個数から2名の医師が検出した結節状陰影の総数を割った値である. ここで医師とコンピュータ間の判別率が医師間の一致率より高く, ばらつきが少なければ医師よりも安定した分類を行っていると言える. 医師とコンピュータ間の判別率が63.6%から100%であったことを, 医師間の所見の一致率が25.6%から66.7%であったことと比較すると, 医師とコンピュータ間の判別率が高く, また, その値のばらつきも少なかった. それらの値のt検定, F検定を行った結果, t検定では有意確率0.009( $p < 0.05$ )と有意差が認められた. また, F検定では有意確率0.009( $p < 0.05$ )と有意差が認められた.

表 2 医師 1 の所見による分類結果

		コンピュータの分類結果				
		1	2	3	4	5
医師1の所見	1	2	0	0	0	0
	2	0	2	0	0	0
	3	0	0	1	0	0
	4	1	0	1	4	1
	5	0	2	1	2	21

表 3 医師 2 の所見による分類結果

		コンピュータの分類結果				
		1	2	3	4	5
医師2の所見	1	6	1	1	0	0
	2	0	3	1	0	0
	3	0	1	3	0	0
	4	0	0	1	4	0
	5	0	0	3	3	25

表 4 医師 3 の所見による分類結果

		コンピュータの分類結果				
		1	2	3	4	5
医師3の所見	1	3	0	0	0	0
	2	0	2	0	0	0
	3	1	0	6	0	1
	4	0	2	3	12	2
	5	2	0	2	3	5

表 5 医師 4 の所見による分類結果

		コンピュータの分類結果				
		1	2	3	4	5
医師4の所見	1	2	0	0	0	0
	2	0	4	0	0	0
	3	0	0	2	0	0
	4	0	0	0	1	0
	5	0	0	0	0	13

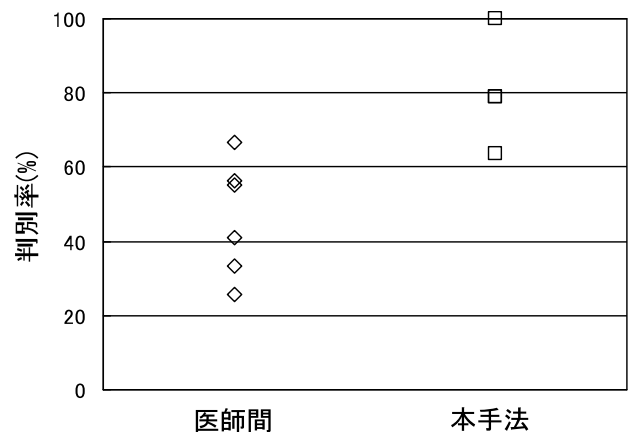


図 4 医師間の所見の一致率と自動分類の判別率

#### 5. まとめ

胸部 X 線 CT 画像における核と辺縁部の割合を一つの特徴量として自動分類を行う手法を開発した. 医師間の評価の一致率が25.6%から66.7%であったことと比較すると, 医師とコンピュータ間の判別率は78.9%, 78.8%, 63.6%, 100%と高く, その値のばらつきも少な

かった．また，それらの値の t 検定と F 検定を行い，本手法の評価を行った結果，定量的な診断を行える可能性を示した．今後の課題として，読影実験を行い，有用性を示す必要がある．

## 謝 辞

本研究を進めるにあたり，有益な助言を頂いた藤田研究室の諸氏に感謝する．なお，本研究の一部は，文部科学省科学研究費補助金，および厚生労働省がん研究補助金（飯沼班）による．

## 文 献

- [1] 村田喜代史，上甲 剛，池添潤平，“胸部の CT，”メディカル・サイエンス・インターナショナル，2004.
- [2] 最上 博，村上忠司，安原美文，他，“CT 肺癌検診で発見された 10mm 未満の結節の検討－特に CT 所見について－，”胸部 CT 検診 11(3)，pp.189-190，2004.
- [3] Samuel G. Armato III, Rachael Y. Roberts, et al. “The Lung Image Database Consortium (LIDC): Ensuring the Integrity of Expert-Defined,” Acad Radiol 2007, 14, pp.1455-1463.
- [4] Michael F. McNitt-Gray, Samuel G. Armato III, et al, “The Lung Image Database Consortium (LIDC) Data Collection Process for Nodule Detection and Annotation,” Acad Radiol 2007, 14, pp.1464-1474.
- [5] 平野 靖，長谷川純一，鳥脇純一郎，他 “胸部 X 線 CT 像を用いた辺縁形状を保存する腫瘍陰影抽出法とその良悪性鑑別への応用，”信学技報，MI2000-98，2001