

濃度階調変換処理を用いた  $\alpha$ -LAS 法による偽陽性陰影削減横山 慎<sup>†</sup>山本 真司<sup>†</sup>澁谷 倫子<sup>††</sup>杉浦 彰彦<sup>†</sup>静岡大学大学院情報学研究科<sup>†</sup>山形県立産業技術短期大学庄内校<sup>††</sup>

## 1. はじめに

近年、肺がん検診に CT スキャンが用いられている。CT スキャンは高精度な検診が可能である反面、1 検査あたりの画像枚数は 30 枚以上となり、読影医の負担となっている。そこで、肺結節を胸部 CT 画像から自動抽出する計算機診断支援システム(Computer-Aided Diagnosis, CAD)の開発により、読影医にかかる負担を軽減する。

CAD は第 1 段階の候補領域を抽出する処理と第 2 段階の抽出した候補領域に対し、偽陽性陰影(False Positive, FP)を削減する処理により構成される。我々の研究グループでは第 1 段階において、可変 N-Quoit フィルタ(Variable N-Quoit filter, VNQ)と正值集中度リングフィルタ(Positive Convergence index Ring filter, PCR)の 2 種類のフィルタを併用する手法を提案している。この手法により、TP(True Positive)率 90%において、FP 削減率 87%と多くの FP を削減できることが確認された[1]。さらに、第 2 段階において、学習における負担が比較的小さい k 近傍法(k-Nearest Neighbor algorithm, k-NN)[2]を改良したカテゴリ別局所平均類似度による識別手法( $\alpha$ -Local Average Similarity in individual categories,  $\alpha$ -LAS)を提案した。また、ガウス窓関数類似度による類似性評価を行い、さらに FP を削減できた[2]。

本研究では、第 2 段階において  $\alpha$ -LAS の前処理として新たに濃度階調変換処理を提案する。濃度階調変換処理により候補陰影の形状情報だけでなく、濃度情報を付加することが可能であると考えられる。さらに、VNQ と PCR の併用には高出力ポイントが異なるという問題がある。その対策として、胸壁付近の候補陰影にのみ位置ずれ考慮[3]を適用する。これらにより、さらなる FP の削減が期待できる。

Gray Scale Transformation for Reducing False Positives by  $\alpha$ -LAS.

<sup>†</sup> Shin Yokoyama, Graduate School of Informatics, Shizuoka University

<sup>††</sup> Akihiko Sugiura, Shinzi Yamamoto, Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

<sup>†††</sup> Tomoko Shibuya, Yamagata College of Industry and Technology

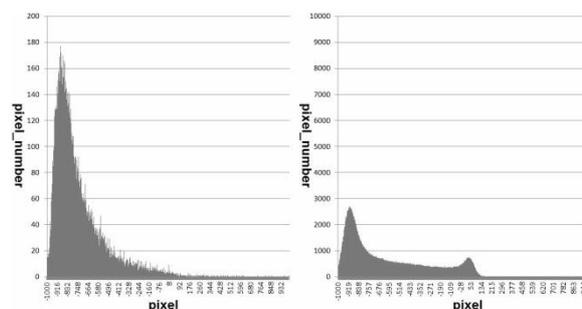


図 1 濃度ヒストグラム(左)異常 ROI(右)正常 ROI

## 2. 原理

2.1  $\alpha$ -LAS

$\alpha$ -LAS は学習サンプルが属するクラスごとに入力サンプルとの距離計測を行い、学習サンプルから各クラス k 個ずつ入力サンプルの近傍サンプルを選択する。選択された近傍サンプルの平均距離により入力サンプルのクラスを決定する。結節クラスは学習サンプルの収集が困難であり、正常クラスと比較し、分布が疎となる。k-NN は多数決という原理上、識別境界付近において結節陰影が誤識別される可能性が高い。 $\alpha$ -LAS は平均距離によりクラスを決定するため、誤識別される可能性が低い。

## 2.2 ガウス窓関数類似度

類似度により入力サンプルと学習サンプルとの距離計測を行う際、以下の式のようにガウス分布に基づくガウス窓関数を類似度に付加することで、周辺組織の影響を軽減できる。

$$\frac{\iint_s t(x,y)f(x,y) \times w_\sigma(x,y)^2 dx dy}{\sqrt{\iint_s t(x,y)^2 \times w_\sigma(x,y)^2 dx dy \times \iint_s f(x,y)^2 \times w_\sigma(x,y)^2 dx dy}}$$

式の s は画像の定義域、t は入力サンプルの特徴画像、f は学習サンプルの特徴画像、 $w_\sigma$  は窓関数を表す。特徴画像とは、VNQ と PCR により抽出された ROI に、ガウシアンフィルタによる平滑化処理を施した画像である。

## 2.3 濃度階調変換処理

濃度階調変換処理は TP と FP の差別化の効果が、FP の削減が期待できる。まず、正常 ROI の濃度値を横軸、濃度数を縦軸に取った濃度ヒ

ストグラムを作成する(図1). 次に, 濃度ヒストグラムにおいて濃度数が極端に少ない濃度値を範囲外とし, 最小値, 最大値に置き換える. 本研究では, 最小値-1000, 最大値1000に設定し, 置き換えを行った. 次に, 濃度ヒストグラムの累積ヒストグラムを濃度階調変換テーブルとする. 累積ヒストグラムをそのまま利用すると濃度数が膨大なため, 濃度数を調整する. 図1より, ほとんどの濃度値が-1000~0に位置しており, 濃度値範囲は-1000~0が適切であると考えられる.

## 2.4 位置ずれ考慮

VNQ は濃度勾配ベクトルのベクトル強度成分を抽出し, PCR はベクトル位相成分を抽出する. このことから, VNQ と PCR はそれぞれの高出力ポイントが異なる. この高出力ポイントの差を位置ずれと定義する. 位置ずれを補正するため, VNQ 抽出点の近傍の最大集中度指標により評価する位置ずれ考慮を導入する. さらに, 胸壁付近に存在する異常陰影の約半数に位置ずれが発生している. また, 全体に位置ずれ考慮した場合, 正常陰影の特に血管周辺の低濃度領域の集中度指標が高くなってしまいう傾向がある. 以上のことから, 胸壁付近に限定して位置ずれ考慮を施す.

## 3. 実験

### 3.1 実験条件

学習サンプルを結節178個, 正常3750個とする. 入力サンプルを結節178個, 正常25022個とする. また, スライス厚を8mmとする. ROIのサイズを15x15とし, ROIが肺野外にはみ出してしまう対策として, 肺野外を肺野内の平均値で置き換えを行う. 前処理に, 正常ROIによる濃度階調変換処理を適用し, 濃度値範囲を-1000~0とする. さらに, ROIに $\sigma=0.5$ のガウシアンフィルタによる平滑化処理を施す. ガウス窓関数 $\sigma=5.0$ を付加したガウス窓関数類似度により距離計測を行う. また, 識別法は $\alpha$ -LASとし,  $k=5$ とする. 位置ずれ考慮は胸壁付近15pixel内の候補点に限定し, 近傍5x5に適用する.

### 3.2 結果・考察

ROC曲線を図2に示す. ROC曲線から, 濃度階調変換処理を施した $\alpha$ -LASの識別精度は従来の $\alpha$ -LASより良好であり, 位置ずれ考慮を行うことでさらに識別精度の向上が確認できた. また, Az値は濃度階調変換処理を施した $\alpha$ -LAS, 位置ずれ考慮ありが0.956, 位置ずれ考慮なしが0.950, 従来の $\alpha$ -LASが0.935であった. 以上のことから,

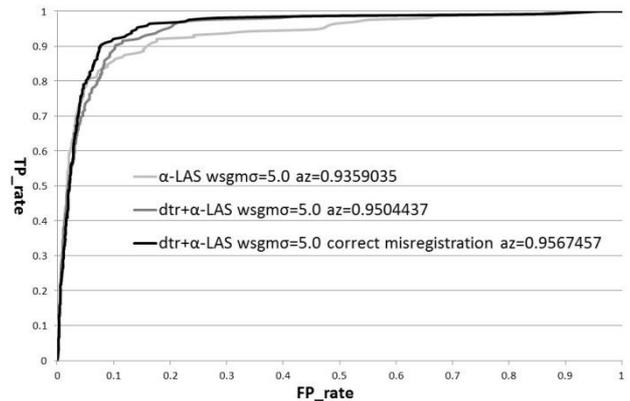


図2 ROC曲線・Az値

濃度階調変換処理と位置ずれ考慮の有用性が確認できた. これは, 正常ROIによる濃度階調変換処理により候補点の形状情報だけでなく, 濃度情報を付加することでTPとFPの差別化を図ることができたと考えられる. さらに, VNQとPCRの併用には高出力ポイントが異なるという問題を解決し, より正確な候補点情報を得ることができたと考えられる. これらにより, 識別精度が向上し, FPをさらに削減することができた.

## 4. まとめ

本研究では,  $\alpha$ -LAS とガウス窓関数類似度の前処理として, 新たに濃度階調変換処理を提案した. さらに, 胸壁付近の候補点にのみ位置ずれ考慮を適用した. 実験の結果, 正常ROIによる濃度階調変換処理と位置ずれ考慮により識別精度が向上し, FPをさらに削減することができた. 以上のことから, 正常ROIによる濃度階調変換処理と位置ずれ考慮の有効性を確認した.

今後, 高速アルゴリズムの開発によるアルゴリズムの高速化, システムの簡略化によるシステムの高速化, システムの統合化による処理の簡略化を行い, より実用的なシステムの開発に取り組むと考えている.

## Reference

- [1] 澁谷 倫子, 杉浦 彰彦, 滝沢 穂高, 奥村 俊昭, 山本 眞司, "可変 N-Quoit フィルタと正規集中度リングの併用による肺結節陰影の検出," 信学会(D), vol.13, pp.757-770, 2010.
- [2] 横山 慎, 澁谷 倫子, 杉浦 彰彦, "k-NN法を用いた肺結節偽陽性陰影の削減," 信学会総合大会講演論文集, 情報システム(2), 206, 2011.
- [3] 宗森 智英, 澁谷 倫子, 杉浦 彰彦, "肺結節抽出のための正規集中度リングフィルタ適用法の改善," 信学会総合大会講演論文集, 情報システム(2), 206, 2011.