

肺結節検出のための順序論理フィルタの効果検証

水野 杏里^{†1} 宗森 智央^{†2} 杉浦 彰彦^{†2} 澁谷 倫子^{†3} 山本 眞司^{†2}
 静岡大学情報学部^{†1} 静岡大学大学院情報学研究科^{†2} 山形県立産業技術短期大学庄内校^{†3}

1. はじめに

肺結節陰影の自動抽出は第1段階の初期候補領域抽出、第2段階の詳細分析の2系統処理で構成されている。現在、True Positive(以下、TP)率を高い状態で維持しつつ、False Positive(以下、FP)率をいかに削減できるかが課題である。

我々は第1段階処理において濃度差に着目した可変N-Quoitフィルタ(以下、VNQ)と濃度勾配の向きに着目した正值集中度リングフィルタ(以下、PCR)を併用している。本研究ではこれらを統合化するため、PCRと統合化が容易な濃度差に着目した新たなフィルタを提案し、この新フィルタとPCRによる抽出効果について検証する。

2. 原理

2.1 肺結節抽出の原理

我々は、VNQとPCRの2つのフィルタを併用することで、第1段階の抽出精度向上を試みてきた[2]。最初に使用するVNQは円形凸状の濃度分布における分布の頂上と周辺濃度の差により肺結節を抽出する。異常陰影以外にも血管の節や分岐部に強く反応する。次に、VNQによって抽出された候補点に対し、PCRを適用する。PCRは濃度勾配に着目し、注目点に対しその周辺の濃度勾配ベクトルの方向成分を測定する。異常陰影以外にも血管近傍の低濃度領域にも強く反応する。

2.2 位置ずれ考慮

VNQとPCRの2つのフィルタは反応箇所が異なることから、相補作用が期待できる。その反面、高出力ポイントが異なるという問題が生じる。この高出力ポイントの差を位置ずれと定義する。先行研究では、異常陰影全体の多くは胸壁付近に存在し、これらのうちの約半数に位置ずれが発生することが確認されている[3]。そのため、位置ずれの発生しやすい胸壁付近に

“Effect Inspection in Pulmonary Nodule Detection by Amplitude Difference Index Ring Filter”

^{†1} Anri Mizuno, Shizuoka University Faculty of Informatics

^{†2} Chihiro Munemori, Akihiko Sugiura, Shinji Yamamoto, Graduate School of Informatics, Shizuoka University

^{†3} Tomoko Shibuya, Yamagata College of Industry and Technology

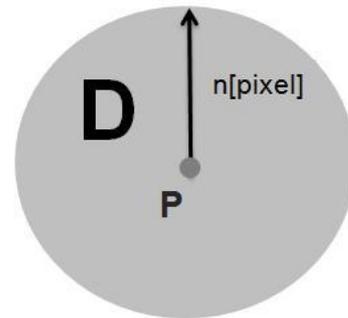


図1 ADR

限定してVNQ候補点近傍のPCR最大値を出力とする位置ずれ考慮を導入し、肺結節の検出率を向上させた。そこで、本研究においても胸壁付近のみ位置ずれ考慮したPCRを使用する。

2.3 提案手法

我々はVNQとPCRを別々に適用しているが、本研究では処理の簡略化のためこれら2つのフィルタを統合することを最終目的とする。しかし、両者の性質が異なることから、単純に統合することは困難である。そこで、本研究ではPCRと前処理、計算領域が共通で将来的にVNQの代わりになると期待される順序論理フィルタ(以下、ADR)を提案する(図1)。ADRは、注目点Pを中心とする円形の領域D内の各点における濃度値と注目点Pの濃度値の差を算出し、これらの差をソートした中央値を出力する。VNQは濃度差の最大値を出力するが、ADRは中央値を出力するため、ADRによりVNQ出力値が高い正常陰影の出力値を抑え、安定的な出力値を得られると考えられる。

将来的にはVNQをADRに置き換え、ADRとPCRのみでの実現を目指しているが、本研究ではその前段実験とし、VNQの候補点に対しADRとPCRの併用による絞り込み効果を検証する。

3. 実験

実験の流れを図2に示す。VNQ出力値が100以上の正常陰影16010個と異常陰影193個を対象

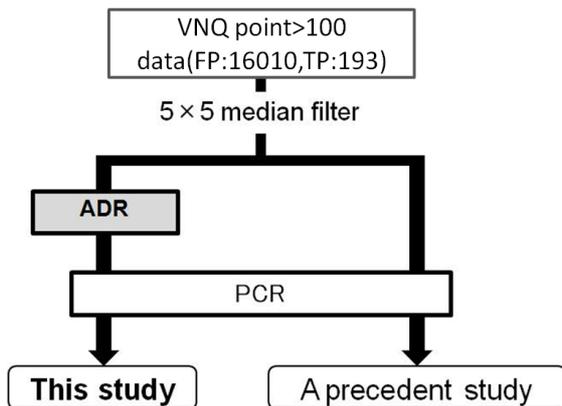


図2 実験の流れ

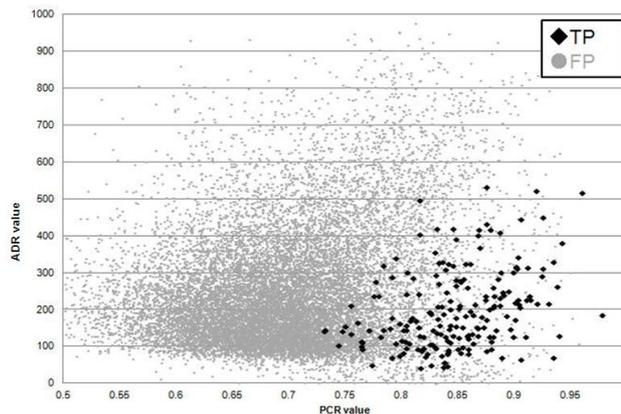


図3 濃度差中央値とPCR出力値の散布図

データとし、前処理に5×5のメディアンフィルタを適用する。次に、ADRとPCRを併用する場合とPCRのみを使用する場合の2パターンを比較する。PCRのパラメータは最良である内半径3と外半径9[2]に設定し、胸壁付近のみ位置ずれを考慮する。ADRに関しても半径9に設定して実験を行う。

4. 結果・考察

横軸にPCR出力値、縦軸にADR出力値を取った散布図を図3に示す。図3では正常陰影と異常陰影が纏まって分布しているため、それぞれを分離することが可能であると考えられる。次に、横軸にFP率、縦軸にTP率を取ったADRとPCRを併用する場合とPCRのみを使用する場合の2パターンのROC曲線を作成する(図4)。これらのROC曲線とAz値により実験評価を行う。

図4より、ADRを適用することでTP率を高い状態で維持しつつFP率を削減できることが分かった。Az値はADRとPCRを併用する場合が0.957664、PCRのみを使用する場合が0.944597、であり、約1.3[%]向上できた。これは、ADRによりVNQ出力値が高い正常陰影の出力値を抑え、安定的な出力値を得られ、FP率の削減につながったと考えられる。

5. まとめ

本研究では、VNQとPCRの統合化にあたり生じる両者のフィルタの性質が異なることから、単純に統合することは困難であるという問題を解決するため、VNQの代わりに期待される、ADRを提案した。そしてVNQをADRに置き換える前の評価実験としてVNQ候補点に対するADRとPCRの併用効果の検証実験を行った。

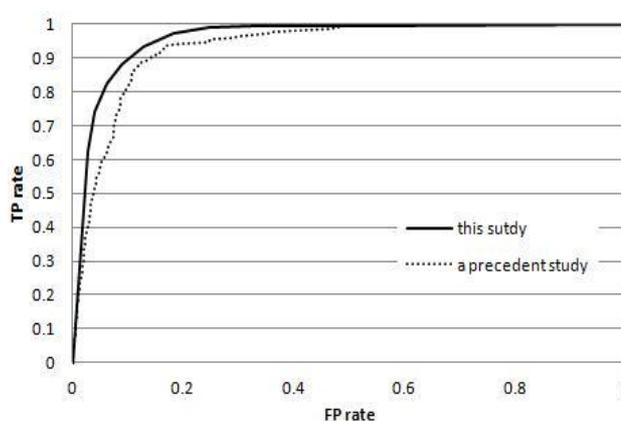


図4 本研究と先行研究のROC曲線

その実験結果から、PCR単独に比べADRを適用することでROC曲線よりTP率を高い状態で維持しつつFP率を削減でき、Az値は約1.3[%]向上した。よって、本研究の有効性を確認することができた。

今後、VNQを適用しない症例データを対象とし、ADRとPCRを使用して、TP率とFP率を調査する。また、症例データを変更して実験を行い、症例データへの依存性を調査する。

Reference

- [1]三輪 倫子, 加古 純一, 山本 眞司, 松本 満臣, 館野 之男, 飯沼 武, 松本 徹, "可変 N-Quoi フィルタを用いた胸部 X 線 CT 像からの肺がん病巣候補自動検出," 電子情報通信学会論文誌(D-II), Vol.J82-D-II, pp.178-187, 1999.
- [2]澁谷 倫子, 杉浦 彰彦, 滝沢 穂高, 奥村 俊昭, 山本 眞司, "可変 N-Quoit フィルタとベクトル集中度の併用による肺結節陰影の検出," 電子情報通信学会論文誌.D.(情報・システム), Vol.13, pp.757-770, 2010.
- [3]宗森 智央, 澁谷 倫子, 杉浦 彰彦, "肺結節抽出のための正值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)), Vol.207, 2011.