

濃度差を利用したフィルタリングによる 肺結節抽出第一段階処理の改善

宗森 智央^{†1} 水野 杏里^{†2} 杉浦 彰彦^{†1} 澁谷 倫子^{†3} 山本 眞司^{†1}

静岡大学大学院情報学研究科^{†1} 静岡大学情報学部^{†1} 山形県立産業技術短期大学校庄内校^{†3}

1. はじめに

我々は胸部 CT 画像からの肺結節自動抽出において、可変 N-Quoit フィルタ (Variable New Quoit Filter, 以下 VNQ) [1]と正值集中度リングフィルタ (Positive Convergence Index Ring Filter, 以下 PCR) という 2 つのフィルタを用いて第一段階結節候補領域の検出を行うことを提案している[2]. しかし、このように 2 つのフィルタを段階的に用いることは効率的であるとは言いがたい. そこで本研究では、VNQ と PCR を統一化した新たなフィルタの作成を試み、それによって従来よりも少ないコストで肺結節抽出を行うことを目指す.

2. 原理

2.1 肺結節抽出第一段階処理

肺結節抽出の第一段階処理で用いられる VNQ は、画像の濃度の差に着目したフィルタである. 注目点の周りにリング状の検査領域を設定し、領域内の各点と注目点間の濃度差の最大値を出力とする. 一方、PCR フィルタは画像の濃度勾配を利用したフィルタである. 注目点の周りにドーナツ状の検査領域を設定し、領域内の各点から注目点方向に向かっての最急勾配寄与率値を求める.

2.2 フィルタ統合化の理論

VNQ と PCR の 2 つのフィルタを統一化し、濃度情報と濃度勾配情報を一度に取得できるフィルタを作ることが我々の理想である. しかし、両者の統合には以下の問題がある.

①前処理フィルタが同一ではない、②計算領域は共にリング状ではあるがリング幅が大きく異なる、③リング半径についても可変、固定と決定方法が異なる

つまり、統合にあたっては前処理および計算領域の共通化が課題となる. ①については、VNQ の前処理である濃度重み付き距離変換 (Gray-weighted Distance Transform, 以下 GWDT) が PCR の前処理としては不適切であることが後述の実験 3.1 にて証明された. このように、両者を単純に統合化することは困難であることから、どちらか一方のフィルタを基本とし、もう一方を改良もしくは新たな形に置き換える方法を取ることが有効であると考えられる. PCR は現時点で最新かつ最良の性能を持つフィルタであり、これに手を加えても有益なブレイクスルーは期待できない. よって、PCR を基本として VNQ を新たな形に置き換えることを本研究の目的とする.

2.3 提案手法

2.2 で述べた問題を解決すべく、VNQ に代わるフィルタとして、濃度差を利用した順序論理フィルタ (Amplitude Difference Index Ring Filter, 以下 ADR) を提案する. フィルタの概略図を図 1 に示す. 注目点 P の周りにリング状の検査領域 D を設定し、領域内の各点と注目点間の濃度差の中央値を出力とする. 濃度差の最大値を出力とする VNQ はその性質から外れ値を出力としてしまうリスクを有するが、ADR は中央値を出力とすることにより常に安定した値を得ることが出来ると期待される.

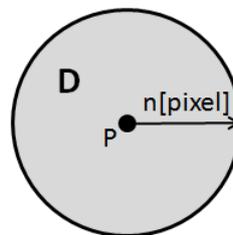


図 1 : ADR の概略図

Improvement of The first-step processing for the Extraction of a Lung Nodule in use of Amplitude Difference

^{†1} Chihiro Munemori, Akihiko Sugiura, Shinji Yamamoto, Graduate School of Informatics, Shizuoka University

^{†2} Anri Mizuno, Graduate School of Informatics, Shizuoka University

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

3. 実験

3.1 PCRの前処理にGWDTを使用

PCR の前処理として GWDT を適用し傾向を

見ることで、VNQ と PCR の前処理を同一化することが可能であるかどうかを探る。実験対象は VNQ 出力値が 100 以上である異常陰影 193 個と正常陰影 16010 個を含む全 183 症例とし、原画像に 5×5 メディアンフィルタ、 17×17 トップハット、閾値 30 の GWDT を順に前処理として適用する。この画像に対して PCR を適用し、VNQ 出力値と PCR 出力値との関係を観察する。

3. 2 ADR と PCR の併用

VNQ をあらかじめ使用せず、ADR と PCR の二つのフィルタを組み合わせる性能評価を行う。原画像に前処理として 5×5 メディアンフィルタを適用し、ADR と PCR を順に適用する。ここで、全異常陰影における ADR の最小値は 40 であることが準備実験において判明したので、本実験では ADR 出力値が 40 以上の点に対してのみ PCR を適用し、計算コストの削減を図る。各フィルタのパラメータは、ADR は半径 9、PCR は内半径 3 外半径 9 とする。また、PCR 適用時には胸壁付近 15[pixel]の範囲のみ 5×5 位置ずれ考慮を行う[3]。

4. 結果・考察

4. 1 PCRの前処理にGWDTを使用

実験結果を散布図にし図 2 に示す。図 2 より、異常陰影と正常陰影が重なって分布している部分が多々あるので両者を分離することは困難であると考えられる。よって、PCR の前処理として GWDT を使用することは適切ではないと判明した。

4. 2 ADR と PCR の併用

ADR 出力値 40 以上という条件下では、一症例につき約 15000 個、全 183 症例では合計約 2800000 個の点が検出された。これらを 1000 個おきにプロットし、散布図に表したものを図 3 に示す。図 3 より、異常陰影と正常陰影がある程度まとまって分布しているため、識別直線により両者を分離することが可能であると思われる。

5. まとめ

本研究では VNQ と PCR の統合化を目的とし、まず前処理の同一化が可能であるか否かの検証を行った。その結果、VNQ の前処理である GWDT は PCR の前処理としては不適切であることが判明した。このことから、PCR フィルタを基本として VNQ を新たな形に置き換えるという方針を取るべきであることがわかった。そこで、VNQ に代わる新たなフィルタとして、濃度差を利用する ADR を提案した。ADR と PCR を

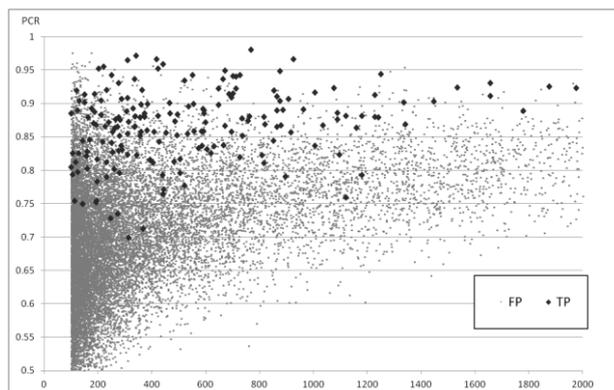


図 2：前処理に GWDT を適用した場合の散布図

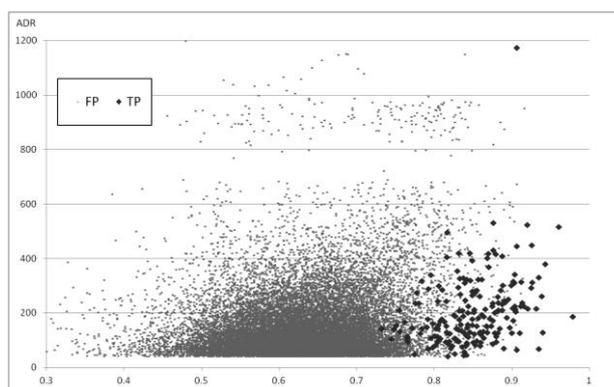


図 3：ADR と PCR を併用した場合の散布図

併用することにより、VNQ を使用せずとも異常陰影と正常陰影を効率的に分離することが可能であることが判明した。

本研究では ADR のパラメータを PCR の最良条件と同一化して実験を行ったが、今後は ADR のパラメータを変化させて実験を行い、フィルタ性能を引き出すために最適なパラメータを求める予定である。また、そのパラメータが症例データに依存するの否か、またそれはどの程度の依存であるのかを検証するため、様々な症例データを使用し実験を行なっていく。さらに、各フィルタを現在の 2次元から 3次元へ拡張し、3DCT によって得られる画像からも肺結節を検出できるようにすることも視野に入れている。

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-Quoi 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.