

コンピュータ支援診断システムの研究

Investigation of Computer-Aided Diagnosis System

吉村 仁*
Yoshimura, Hitoshi

土井 邦 雄**
Doi, Kunio

マリエレン L. ガイガー**
Maryellen L. Giger

In order to assist radiologists in medical diagnosis in chest mass survey, we are developing a computer-aided diagnosis system. This system detects abnormal patterns from digital radiographs, and then alerts the radiologists.

We applied a morphological open filter and a ring shaped median filter in a difference image technique for detection of lung nodules. This method produced a number of false positives. However, most locations of false positives are different from those of a previous linear filter method. Thus by using a combination of candidate sites from the two filtering methods, the false positive rate was reduced to about one half of those obtained with the linear filtering method.

We are developing a prototype system, that includes a laser film digitizer, a magneto-optical disk, and a high resolution image display, for the evaluation of the system in clinical studies.

1 はじめに

肺癌などの胸部疾患の早期発見を目的とした胸部X線撮影が、集団検診の一環として行われている。早期発見による肺癌患者の生存率の向上などの効果が出てはいるが、見落としがあるなどの問題点が指摘されている。これらの問題を改善する1つの方法として、異常の可能性のある陰影を機械に検出させることにより医師の読影の援助を行う、コンピュータ支援診断システムの研究を行っている。

本研究では、肺癌などの結節性陰影の自動的な検出手法として、モルフォロジカル演算を用いた非線型フィルタの適用を試みた。その結果、従来の線型フィルタを用いた検出手法と比べ、結節性陰影の検出はほぼ同様であるが、偽陽性の場所は多くの場合異なることがわかった。そこで、これら二つの手法で検出した候補を組み合わせることにより、偽陽性の数を従来手法の半分以下に削減することができた。(1)に既発表)

さらに、集団検診に必要なとされる結節性陰影以外の異常陰影の自動検出技術の手法を開発し、これらの手法を統合し入出力装置を加えた集団検診支援システムを試作し、評価を行っている。

2 胸部X線集団検診とコンピュータ支援診断

近年、早期に病気を発見し治療を行うことを目的とする予防医学に対して注目が集まって来ている。その中心をなすのが健康診断であり、現在日本においては、学校、

企業などの団体で定期的に行われ、各種の疾患の発見に効果をあげている。その中で、胸部X線写真による検査は肺癌などの胸部疾患の早期発見に役だっており、治療率が悪い肺癌でも早期発見された症例においては完全に回復するなど、集団検診の効果が確認されている。

しかしながら、肺癌と診断された患者の過去に正常と診断された写真を調べると、約30%の写真に肺癌陰影が認められたと報告されている²⁾。これらの見落としの原因については、他の良性疾患との見誤り、陰影が淡いための見落としなどと考えられる。

このような集団検診における問題点を解決するアプローチとして、デジタル画像処理により異常陰影パターンを自動的に検出し医師の読影の際に提示することにより、診断の援助を行うコンピュータ支援診断システムが提案されている。これまでの研究例では、コンピュータによって検出した異常の候補を画像とともに表示することにより画像単独の読影に比べて検出率が向上することや³⁾、二重読影の一方をコンピュータで行うと検出率が向上するという結果⁴⁾などが報告されている。

3 結節性陰影の検出手法

肺癌などの結節性陰影の検出手法はシカゴ大学において研究されている⁵⁾。Fig.1にその手順を示す。胸部X線画像に対し2種類の線型フィルタを用い、陰影パターンを強調した画像と逆に減弱した画像とを作成する。それらの2つの画像の差をとることにより肺野の正常構造を取り除いた画像を作成し、残ったパターンの特徴解析を行うことにより最終的な異常陰影候補を絞る方法である。ここで強調にはマッチドフィルタ、減弱にはリング型平

* 技術研究所

** シカゴ大学ロスマン研究所

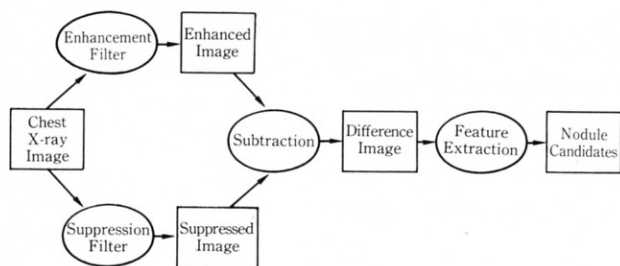


Fig. 1 Procedures of computerized nodule detection scheme

均値フィルタを用いている。実際の臨床画像60枚による評価では、70%の検出率が得られたが、1画像あたり7個程度の偽陽性が生じてしまうという問題がある。

4 モルフォロジカルフィルタによる結節性陰影の検出

本研究では、上記の方法の線型フィルタの代りに結節性陰影パターンの強調フィルタとして円形のモルフォロジカルオープンフィルタを用いた。また減弱フィルタとしてリング型のメディアンフィルタを用いた。

モルフォロジカルフィルタは数学的モルフォロジーを基にしたパターンの形状を操作するフィルタである。ダイレーション（膨張）とイロージョン（収縮）の2種類の基本的な演算からなり、階調画像に対してはそれぞれテンプレート内の画素値の最大値、最小値を出力するフィルタとして実現できる。また、2つの基本演算の組み合わせとしてオープンとクローズがある。オープンはいロージョンを行った後にダイレーションを行うもので、テンプレートよりも大きなパターンは保存するが小さなパターンは消去する効果を持っている。クローズはその逆の順で、パターンの中の穴を埋める効果を持っている。

Fig.2に典型的な陰影のパターンに対する各種のモルフォロジカルフィルタの効果をしめす。ここに示すように、オープンフィルタが血管や微小なパターンを取り除き、結節性陰影の強調に効果的であることがわかる。

オープンフィルタを用いた手法の評価を、CTなどにより確定診断がされた異常例30枚と正常例30枚の胸部写真

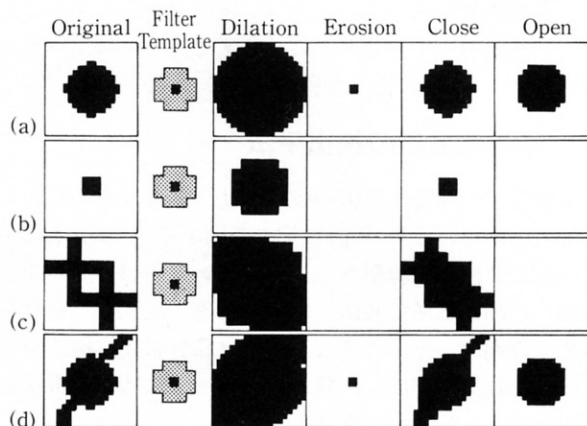


Fig. 2 Effects of various morphological filters for typical patterns

を用いて評価を行った。その結果、偽陽性の数がかかり多く、検出率が63%の点で1画像あたり19個にのぼった。しかし、偽陽性の発生した場所を個々に調べると、Fig.3に示すように従来の線型フィルタの手法で発生した偽陽性とはかなりの部分で異なっていることがわかった。このため、2つの手法による異常陰影候補を組み合わせ、両者がともに検出した候補のみを残すことにより、Fig.4に示すように偽陽性の数を線型フィルタ手法の半分以下に減少することができた。

5 胸部X線集団検診支援システム

以上述べてきた結節性陰影検出手法に加え、それ以外に胸部集団検診に必要とされる異常陰影の検出手法を加え、実際に医師の評価を行うためのシステムの開発を行った。追加した異常陰影項目は、心臓肥大、脊椎湾曲、

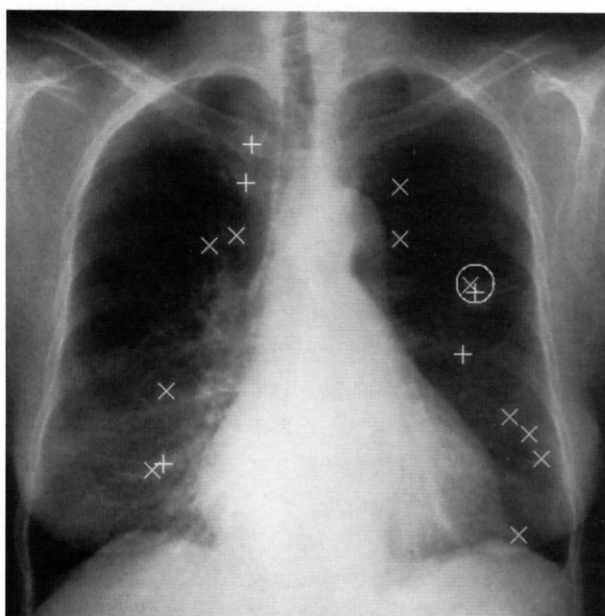


Fig. 3 An actual nodule (o) and nodule candidates detected with linear filtering method (+) and with nonlinear filtering method (x)

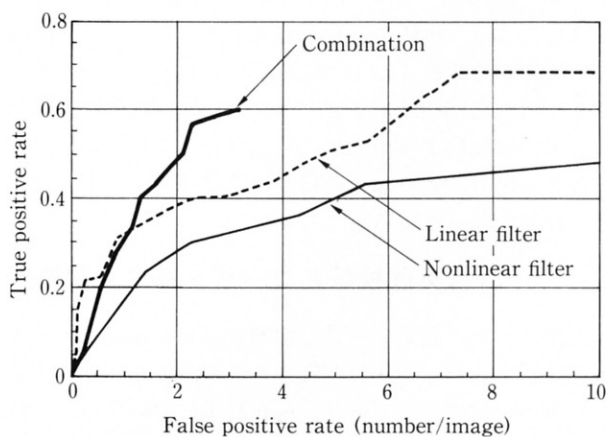


Fig. 4 Detection performances of computerized nodule detection schemes

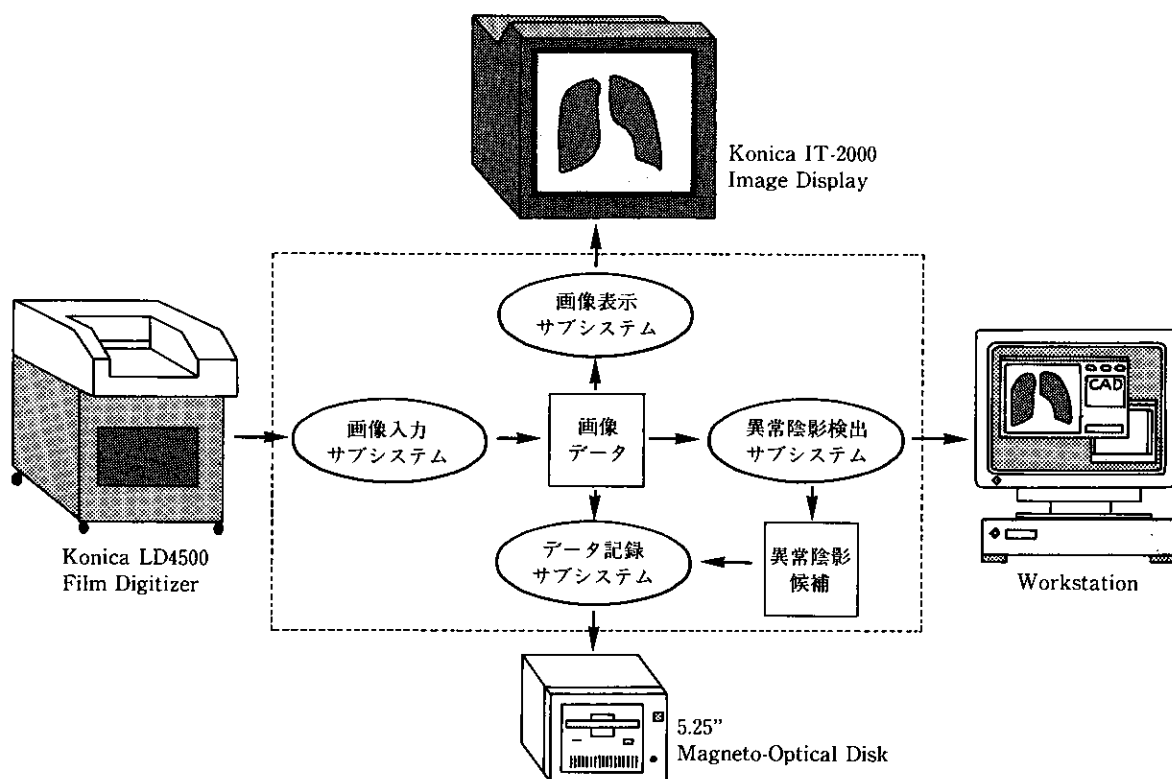


Fig.5 Computer-aided diagnosis system for chest mass survey

横隔膜の異常、肋横角の鈍化、肺尖部の異常の5項目である⁶⁾。

このシステムは肺癌を中心とした胸部疾患のための集団検診を対象としており、集団検診で撮影された間接ロールフィルムをディジタル化し異常検出処理をあらかじめ行い、画像表示装置に表示された画像から医師が読影を行う際に検出結果を同時に提示し、これを参考にして読影をおこなうようになっている。

本システムの構成をFig.5に示す。集団検診で主に使われている100mm幅のロールフィルムは、フィルムディジタル化LD4500により、1画像あたり1024×1024画素、10bitの画像データとしてシステムに入力される。画像データに対して異常陰影検出処理が行われ、検出結果は画像データと共に光磁気ディスクに記録される。

医師の読影時には、画像データと検出結果は順次光磁気ディスクから読み出され、画像表示装置IT-2000に表示される。医師は異常陰影候補を参考にしながらディスプレイ上に表示された画像に対し読影を行う。医師によって発見された異常所見は、本システムに入力され読影結果として記録される。

6 まとめ

胸部X線写真による集団検診の支援を目的とした、コン

ピュータ支援診断システムの研究を行った。肺癌陰影の検出手法の改良を行い、偽陽性の数を半減し、実用的なレベルに近付けた。

また肺癌以外の異常陰影を検出する手法を開発し、フィルムディジタル化、光磁気ディスク、画像表示装置を統合した集団検診支援システムのプロトタイプを作成した。現在、実際の臨床画像を用いた総合的な評価を行っている。

7 謝辞

結節性陰影検出の研究はシカゴ大学ロスマン研究所においてDr. MacMahonの協力のもとで行われた。他の異常陰影検出に関しては千葉大学木下教授、安田教授、江森教授（現東京情報大学）にご指導をいただいた。諸先生に深く感謝の意を表したい。

●参考文献

- 1) Yoshimura, H., et al. : Invest Radiol,27,124(1992)
- 2) Forrest, J. V., et al. : West J Med,134,485(1981)
- 3) Chan, H. P., et al. : Invest Radiol,25,1102(1990)
- 4) Matsumoto, T., et al. : Invest Radiol,27,471(1992)
- 5) Giger, M. L., et al. : Med Phys,15,158(1988)
- 6) Yasuda, Y., et al. : SPIE proc.,914,772(1988)