

経時差分画像を用いた自動腫瘍病変検出への応用の検討

飯田幸雄¹⁾，石毛美穂¹⁾

1) 駒澤大学医療健康科学部

近年、肺がんによる死亡者数が増加し検診の重要性が高まっているが、胸部単純 X 線検査は CT 検査に対して病変の検出能はやや劣る。そこで、診断を補助する手段として computer-aided diagnosis (CAD: コンピュータ支援診断) が広く研究・開発されている。近々に撮影された画像を現在画像、過去に撮影された画像を過去画像とし、経時的に差分画像を得るテンポラルサブトラクション (TS) 法もその一つといえる。

我々は今後、この TS 処理後の画像を用いてコンピュータを利用した腫瘍陰影の自動検出に応用することを考えている。そこで、本研究では 5 種類のポジショニングにて模擬腫瘍を貼付けた胸部ファントムを撮影し、TS 画像を作成後、画像解析ソフトを用いて単純な 2 値化処理、バンドパスフィルタを用いた処理を行い、腫瘍陰影を自動的に検出できる可能性を探った。

．序文

近年、肺がんによる死亡者数が増加し、検診の重要性が高まっている。また、肺癌を含めた胸部の画像診断は、単純 X 線検査や CT 検査が大きな役割を果たしてきたのは言うまでもなく、診断能の高さや装置の高性能化などに起因し、CT 検査がほぼ主流となってきている。しかし、デジタル X 線装置は画像処理が可能であり、代表的な computed radiography (CR) やフラットパネルディテクタ (FPD) など、胸部単純 X 線検査も未だ重要なモダリティであることは否定できないが、胸部単純 X 線検査は CT 検査に対して病変の検出能はやや劣る^{[1][2]}。そこで、診断を補助する手段として、胸部単純 X 線画像から腫瘍性病変を検出する computer-aided diagnosis (コンピュータ支援診断) または、computer-aided detection (CAD: コンピュータ検出支援) が広く研究・開発されている。その手法^{[3][4][5][6][7]}の多くは、胸部単純 X 線写真を直接操作する方法がとられ、その手法の有用性は高いが、正常構造の誤検出といった問題も指摘されている。

他の診断補助としては、線質の異なる 2 種類の X 線で撮影し、その差分画像作成から、軟部のみあるいは骨部のみを描出するエネルギーサブトラクション (ES) 法がある。この手法により、肋骨等障害陰影に重なり見えにくい病変は、骨が描出しない軟部画像に描出され、検出がしやすくなる。

また、近々に撮影された画像を現在画像、過去に撮影された画像を過去画像とし、その差分をとり経時的な差分画像を得るテンポラルサブトラクション (TS) 法^{[8][9][10]}も診断補助の一つであると言えることができる。この TS 法は、現在画像から非線形に変形された過去画像を差分することで作成されるため、息止めの違いや撮影体位の差によりアーチファクトが生じ、差分画像における病変の描出に影響することが指摘されているが、撮影体位を考慮することができれば非常に有効な手法である。

我々は今後、この ES 処理、TS 処理後の画像に対してコンピュータを用いた自動検出に応用することを検討している。そこで本研究では、5

種類のポジショニングにて模擬腫瘍を貼付けた胸部ファントムを撮影し、TS画像を得る。そして、その画像に対して、画像解析ソフトImageJにて単純な2値化処理、バンドパスフィルタを用いた処理(以下バンドパスフィルタ処理)を行い、腫瘍陰影を自動的に検出できる可能性を探った。

．方法

胸部ファントムを用い、過去画像と現在画像を5種類のポジショニングにて撮影し、経時的差分画像を作成後、ImageJにて画像処理を行い検討する。

撮影条件、120kV、100mA、0.04sec、距離2m、Fuji XU-D1、東芝 KXO-50にて、パラフィンで作製した径12mm、高さ7mmの5つの模擬腫瘍を胸部ファントム背部に貼付け撮影した。貼付けた位置はFig.1に示す。この時、5つの体位(『基準』、『横変位』、『前屈』、『斜位』、『側屈』)にて撮影を行った。また、XU-D1に対して、胸部ファントムの胸壁を平行、体軸が垂直で撮影したものを過去画像とした。これに対して、同じ体位で現在画像を撮影したものを『基準』とし、さらに他の現在画像については、胸部ファントムを横方向に3cm移動し撮影した場合を『横変位』、前方に3°傾けた場合を『前傾』、LAO3°で撮影した場合を『斜位』、体軸を3°左に傾けた場合を『側屈』とした。

これらの過去、現在画像から経時的差分画像を



Fig.1 模擬腫瘍貼付位置

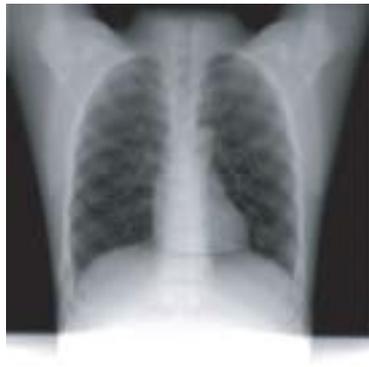
作成し、それらをDICOM出力後、画像解析ソフトImageJにて2値化処理を行い処理後の画像について検討した。この時、閾値は、視覚的に観察し一番腫瘍陰影が描出し、かつアーチファクトの影響が少ない値とした。さらに、バンドパスフィルタ処理後の経時差分画像とバンドパスフィルタ処理後に2値化処理を行った画像に対して、腫瘍陰影を自動的に検出できる可能性を主観的に検討した。

．結果と考察

Fig.2からFig.6に、5つの体位(『基準』、『横変位』、『前屈』、『斜位』、『側屈』)の結果を示す。尚、それぞれ(a)は現在画像、(b)は経時差分画像、(c)は2値画像(経時差分画像に対する2値画像)、(d)はバンドパス画像(経時差分画像に対するバンドパスフィルタ処理後の画像)、(e)はバンドパス2値画像(バンドパス画像に対してさらに2値化処理を行った画像)であり、特にバンドパス2値画像に対して腫瘍陰影を赤丸で指摘している。それぞれ図の(b)を比較すると、『基準』画像では、体位および位置の移動がないため、腫瘍陰影が明確に表示されている。これに対し、『横変位』、『前屈』については腫瘍陰影の存在を明確にとは言えない面もあるが5つ確認できる。しかし、『斜位』、『側屈』に関しては、5つまでは確認できない。

また、(c)の2値画像について、『基準』においては、形状もわかる程度に明確に描出されているのに対して、『横変位』に関しては、5つ確認できるが形状ははっきりしない。また、『前屈』、『斜位』、『側屈』に関しては、個数および形状が明確でない。

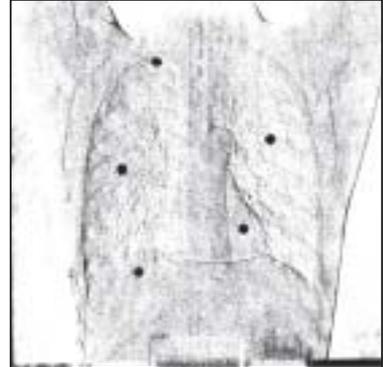
以上のことより、当初は単純に2値化処理を行い、腫瘍陰影を検出できると考えていたが、その手法を用いた検出は不可能であることが確認できた。なお、今回は画像全体で閾値を決定



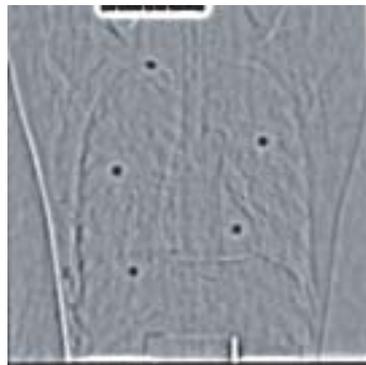
(a) 現在画像



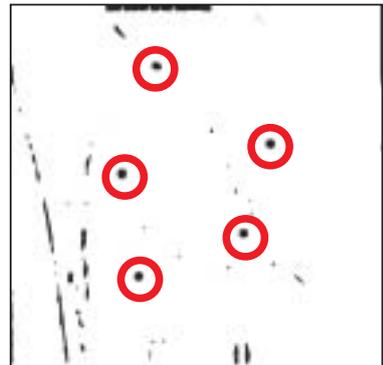
(b) 経時差分画像



(c) 2値画像



(d) バンドパス画像



(e) バンドパス 2 値画像

Fig.2 基準位



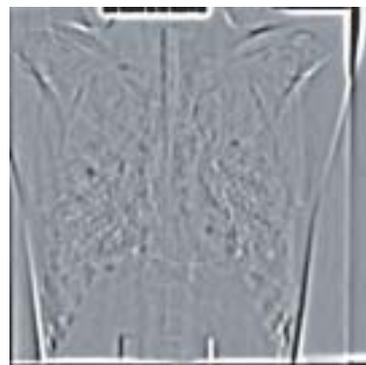
(a) 現在画像



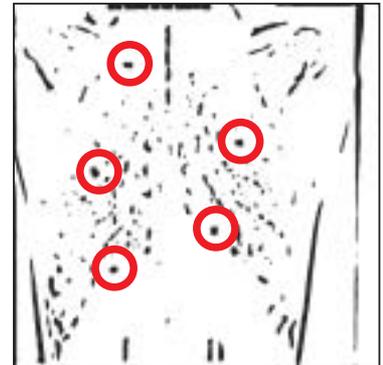
(b) 経時差分画像



(c) 2値画像

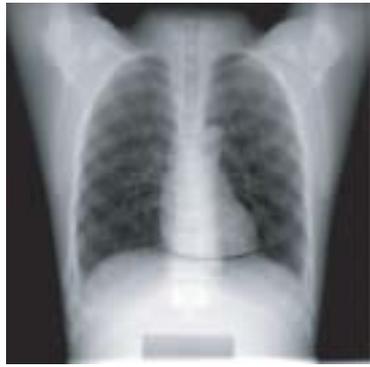


(d) バンドパス画像



(e) バンドパス 2 値画像

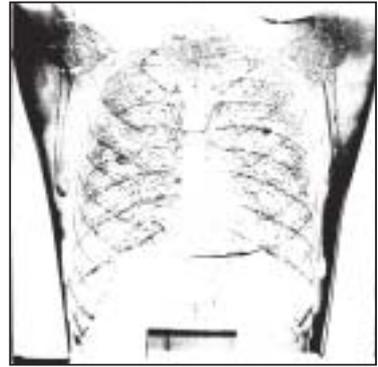
Fig.3 横変位



(a) 現在画像



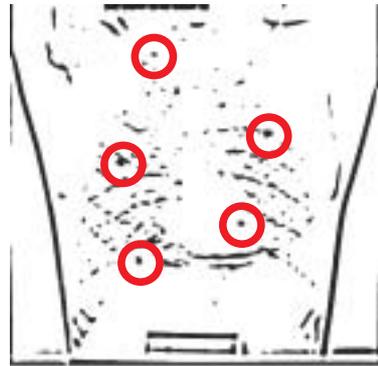
(b) 経時差分画像



(c) 2値画像

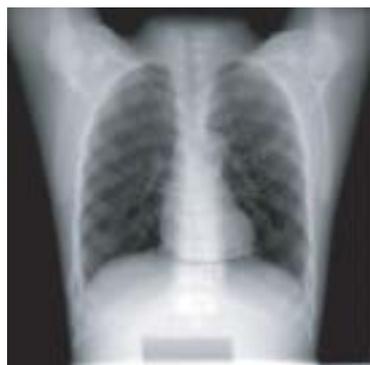


(d) バンドパス画像



(e) バンドパス 2 値画像

Fig.4 前屈位



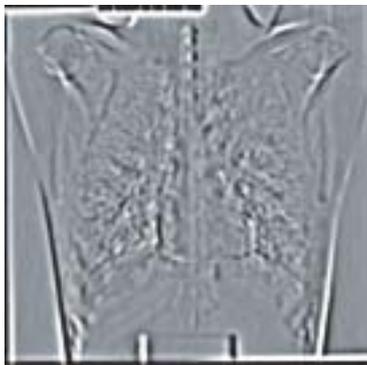
(a) 現在画像



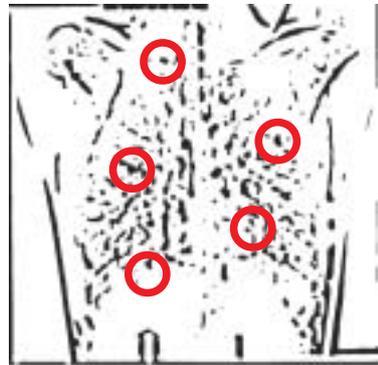
(b) 経時差分画像



(c) 2値画像



(d) バンドパス画像



(e) バンドパス 2 値画像

Fig.5 斜位

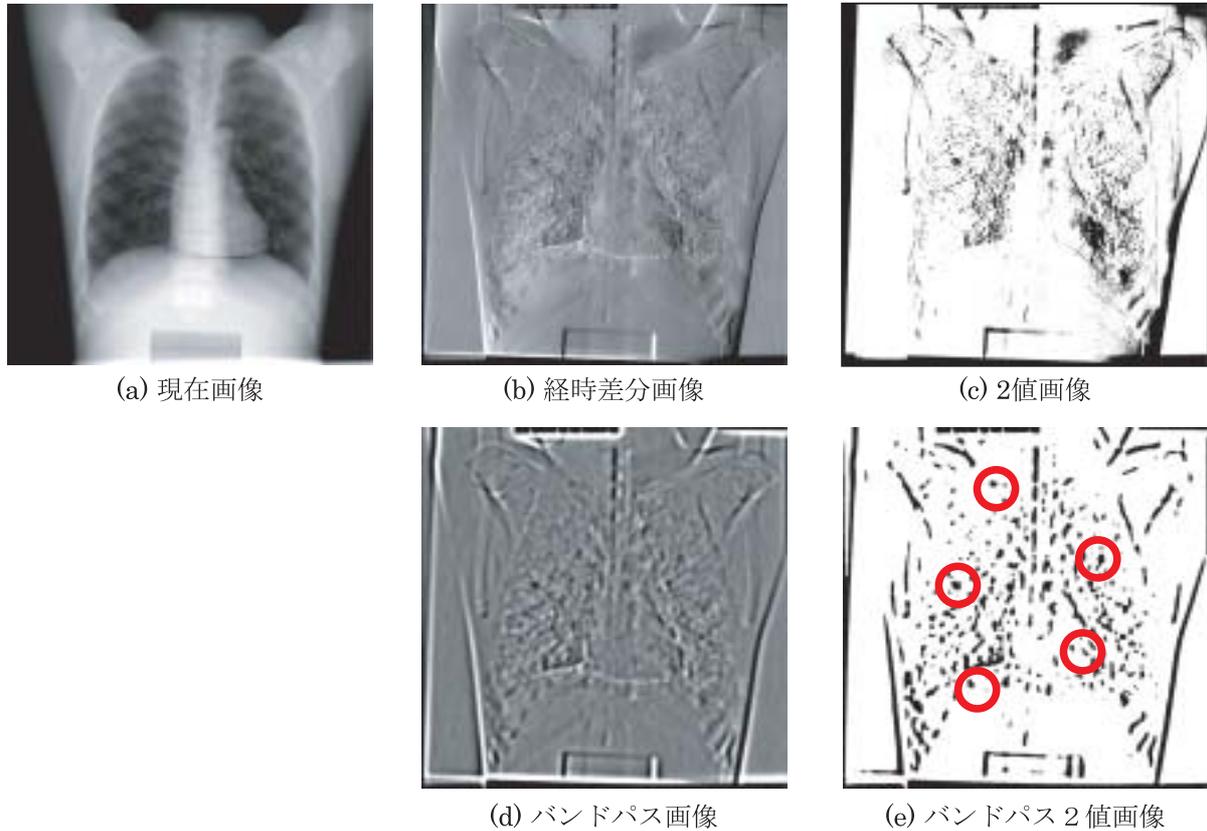


Fig.6 側屈位

しており、局所的な平均値を閾値するなど部位ごとに適切な閾値を設定することで、腫瘍陰影の描出が改善される可能性が考えられ、その方法も構築する手法の検討課題としたい。

しかし、体位によっては、TS 画像、2 値画像とも描出されていない例があった。そこで、次にバンドパスフィルタ処理にて画像を強調し、さらに 2 値化処理した。バンドパス画像は、『基準』画像では、アーチファクトも強調されているが、腫瘍陰影のコントラストがはっきりとし、明確に描出されている。また、他の体位に関しても腫瘍陰影が強調されている。しかし、アーチファクトの強調が強く、腫瘍陰影の見やすさについては意見が分かると考えられるが、腫瘍陰影だけに着目するとバンドパスフィルタ処理により強調され、強調前よりもはっきり描出していることが確認できた。今後は、今回の研究の趣旨からは離れるが、経時差分画像をその

まま提供するより、さらにバンドパス処理や 2 値化処理等の画像処理を行った状態で提供すれば、医師の視覚的疲労等の負担軽減につながる可能性も示唆できるため、今後検討を進めたい。

次にバンドパス 2 値画像については、『基準』、『横変位』、『前屈』、『斜位』、『側屈』すべての体位に対して、陰影が検出できることが確認できた。また、『側屈』等では、経時差分画像では視覚的に認識しにくい陰影に対しても陰影を指摘できる可能性がある。しかし、同時に正常構造物を腫瘍と判断する偽陽性陰影を多く検出してしまうため、ここでも単純な 2 値化処理は適用できないが、腫瘍陰影を自動的に検出できる可能性は十分あり、今後その手法を構築したいと考えている。

・ 結語

本研究では、TS 画像を用いコンピュータによ

り腫瘍陰影を自動的に検出できる可能性を探った。今回は、2値化処理、バンドパスフィルタ処理と単純な手法でのみ検討を行なったが、腫瘍陰影を描出および検出できる可能性を示唆できた。今後は、その手法を構築したいと考えている。

また、単純な経時差分画像をそのまま医師に提供するより、2値化処理等の画像処理を行った上で、提供すれば、視覚的疲労等の負担軽減につながる可能性も示唆できたため、今後さらに検討を進めたいと考えている。

7. 参考文献

- [1] Forrest JV et al : Radiologic errors in patients with lung cancer. West J Med 134, 485-490, 1981
- [2] Muhm,J.R et al : Lung cancer detected during a screening program using four-month radiographs. Radiology 148, 609 ~ 615, 1983
- [3] 島田 哲雄, 児玉 直樹, 中川 真一, 樋渡 圭, 佐藤 英哉, 安達 栄輔, 福本 一郎: 画像方向性を利用した胸部 X 線写真腫瘍性陰影抽出システムの構築; 長岡技術科学大学研究報告, 22,33-37,2000
- [4] 石田 卓也, 島田 哲雄, 児玉 直樹, 暉 和彦, 福本 一郎: 偽陽性候補低減手法を用いた胸部 X 線画像コンピュータ支援診断システムの基礎研究; 長岡技術科学大学研究報告, 24,pp69-74,2002
- [5] 桂川 茂彦, 土井 邦雄: CAD のアルゴリズムとシステム評価; 日本放射線技術学会雑誌, 59, 4,455-459,2003.
- [6] 杜下 淳次, 桂川 茂彦, 土井 邦雄: 胸部 X 線写真における肺結節状陰影の形状特徴量分析による偽陽性陰影の除去; 日本放射線技術学会雑誌, 57, 7,829-836,2001.
- [7] 木戸 尚治: 胸部単純 X 線画像の CAD; 医用

画像情報学会雑誌, 21,1,44-46,2004.

- [8] 真田 茂: 時系列胸部 X 線画像の差分処理画像を用いるコンピュータ支援診断法の開発; 日本医放会誌, 58,14,824-830,1998
- [9] 魚住 富淑弥; 転移性肺腫瘍の検出における胸部コンピュータラジオグラフィ経時的サブトラクション法の有用性; 日本医放会誌, 60, 4,193-198,2000
- [10] 大沢 哲, 志村 一男: 新しい経時サブトラクション技術を搭載した胸部 CR 診断支援プロトタイプシステムの開発; FujiFilm Medical Review, 11,41-48,2002

Application to the automatic detection of lung nodule in temporal subtraction images

Yukio IIDA, Miho ISHIGE

summary

The death by lung cancer increases and the importance of the medical examination is increasing. However, the X-ray examination of a lung is slightly inferior in the detectability of a lesion to computed-tomography examination. Then, a research and development of computed aided of detection (CAD) are widely made as a means to assist a diagnosis. The temporal subtraction (TS) method for obtaining a difference picture of the present and the past is also one of the CAD.

We consider applying to the automatic detection of the nodules which used the computer from TS images. In this research, I photograph the phantom which has a tumor by five kinds of position of the body, and create TS image. Secondly, I discussed the automatic detection of the tumor from a threshold processing and band-pass filter processing of TS image using image-analysis software.