

アナログからデジタル時代へ

岩手県立中央病院附属紫波地域診療センター
武蔵 安徳 先生

【はじめに】

W・Cレントゲン博士のX線発見により、医学は、フィルム・増感紙を用いたアナログシステムによる「画像診断」が始まった。

昭和50年代にアナログシステムはレギュラーシステムからオルソシステムに変わり撮影システムも大きく飛躍し(整流管方式からインバータ方式)同時にCT装置、CRシステム、DSA装置、MR装置が相次いで開発され、デジタル時代の到来となった。

アナログ時代の放射線部門における検査は、「診断」を目的とするものが主流でしたが、デジタルに移行してからは一般撮影を除くと「治療」を目的として行われる時代になっている。

一般撮影部門においてはコンピュータによる「支援診断(Computer aided diagnosis)」という新しい技術の開発への取り組みが始まった。

以下にデジタル技術の活用法として「経時差分処理技術」について話をします。

【経時差分画像処理技術開発の経緯】

当時の胸部検診システムはロールフィルムを用いたアナログシステムでは、欠点として以下に示すとおり

- ・フィルムサイズが小さい(60×60mm、100×100mm)。
- ・全症例の比較読影が出来ない。
- ・現像処理(操作)があり、即時性に欠ける。
- ・フィルムの検索・保存に多くの時間とスペースが必要。

が上げられ、これらの問題を解決するためにシステムのデジタル化が求められCR搭載の検診車と読影システムを開発した。

撮影はCRシステムによる直接撮影となり、アナログシステムでは不可能であった全症例の比較読影が出来るようになりましたが、蓄積された画像データをもっと有効活用することが出来ないかと意見があり、「2枚の写真で引き算したら・・・」との発想で経時差分画像処理技術への取り組みをはじめた。(胸部写真の読影において約40%の見落としがあると言われており、病変の検出ができれば読影の補助となるのではないかと考えた)

アナログシステムで経時差分画像処理が不可能であった主な原因は

- (1)画像が常にフィルムの中心に撮影されていない。
- (2)撮影条件による写真濃度・コントラスト補正が難しい。

が上げられる。デジタイザーによりフィルムを読み取りデジタルデータ(A-D変換)に変換することで(1)の位置合わせは平行移動・回転させることが容易にできるが、(2)の写真濃度とコントラスト補正は感光材料の写真特性のみならず、デジタイザーのA-D変換時の特性も考慮しなければならないから簡単に経時差分処理はできない。しかし、CRシステムの出現により(2)の問題は解決することが出来た。

以下に経時差分画像処理技術に撮影体位の変動と撮影条件の影響について述べる。

経時差分画像処理技術の概要をFig.1に示す。

経時的差分法の概要

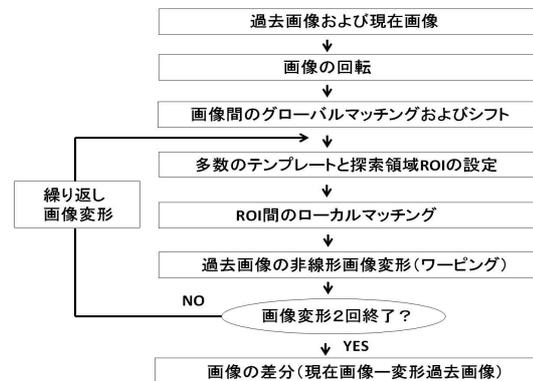
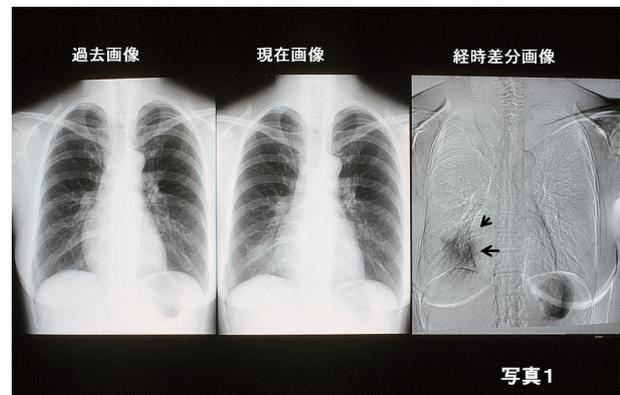


図:1

Fig.1 経時的差分法の概要

最初に過去画像、現在画像の中心軸を求め、垂直に合わせる。次に肺尖部、鎖骨付近を中心に大まかな位置合わせを行う。そして現在画像にはテンプレートROIを、過去画像にはそれよりもやや大きめに探索領域ROIを設定する。探索領域ROI内をテンプレートROIが移動し、相互相関が最大となるポイントを探し出し、移動量を求める。求めた移動量に基づき、過去画像を変形し現在画像との間で差分処理する。

写真1に実際の症例を示す。過去画像では何も異常は指摘されていないが現在画像において右下肺野にある淡い影の識別が難しい。



経時差分画像では明らか異常陰影として捉えることができる。(矢印部分) 実際得られた876例の経時差分画像の画質評価をスコア1から5まで5段階評価を行った。評価基準は以下のとおりである。

- Score1: 全肋骨の1/2以上から1周期のずれ。
- Score2: 全肋骨の1/2のずれ。
- Score3: ずれは小さいが全肋骨のエッジが見える。
- Score4: 殆どずれはなく、肋骨のエッジが一部見える。
- Score5: ほぼ完全にあっており、肋骨のエッジも見えない。

結果をFig.2に示す。読影には多少の肋骨陰影がアーチファクトとして残っていても問題にならないとの事で、Score3

資料を作成し放射線診断医6名、呼吸器内科医師3名により読影し結果をROCカーブにて評価した。

結果をFig.4に示す。

現在画像のみで読影を行った場合は実線で示すように正診率は低く現在画像と過去画像の2枚を同時に表示して比較読影を行うと上方に改善し、さらに経時差分画像を追加し3枚表示する比較読影を行うことで正診率が向上していることが判る。(フィルムを用いたアナログシステムでは差分画像は勿論、比較読影が出来なかったために経時差分処理技術は診断精度の向上に大きく寄与することが示唆される。)

【まとめ】

模擬腫瘍影を用いて、CRTモニタでのROC実験による定量的評価を行った結果、過去画像と現在画像のみならず、経時差分画像を同時に用いた場合、正診率が向上することが判った。また、肺腫瘍影の診断向上により臨床的に放射線診断医師の診断を支援することが期待される。

【検討項目(1) 経時的差分画像に与える患者体位】

過去画像と現在画像の患者体位の変動が経時的差分画像に与える影響について、直径10mm、高さ7mmの釣鐘状の形態をしたナイロン製の模擬腫瘍を付加した胸部ファントムを用い図5に示す3種類の体位で検討した。

前屈: 前方向に傾斜

回転: 正面に対し左右どちらかの肩が離れる状態。

側屈: 横方向に傾斜

過去画像は基準体位(0度)で撮影し模擬腫瘍なし。現在画像に4個の模擬腫瘍を付加し1度毎にファントムを傾斜または回転して撮影し経時差分画像処理を行った。各々体位において4個のナイロン製の模擬腫瘍を付加した。

現在画像では、模擬腫瘍影は2個しか識別できないが側屈の差分画像では4個すべてが識別され、前屈と回転では2度までの変化においては4個識別されたが3度を超えると識別される個数は減少した。

また、前屈と回転、側屈と回転、側屈と前屈の組み合わせにおいても2度までの変化では4個識別できた。

各々体位において5度傾けた場合、アーチファクトの増大と共に識別できる模擬腫瘍影の数は減少し、“5度”という角度が如何に大きな変化であるか理解できた。基本のポジショニングを行っていれば大きな影響を与えないことが示唆された。

経時差分画像評価

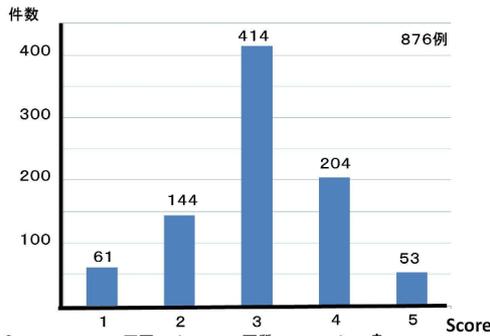


図:2

Fig.2 経時差分画像評価

経時差分画像: 臨床評価

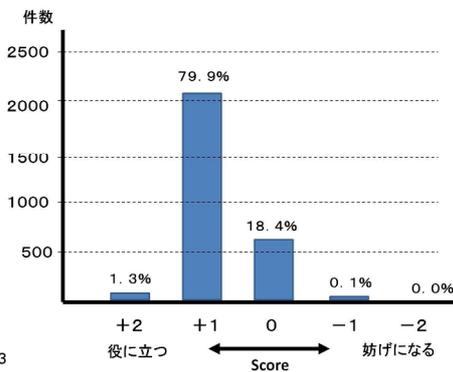


図:3

Fig.3 経時差分臨床評価

以上が876例中、約75%の画像が「よい」評価を受けた。

次に実際に臨床に役立つか、放射線科医6名呼吸器内科医3名にて5段階評価を行った。評価基準は次のとおりである。

- +2: 非常に役に立つ
- +1: 比較的に役に立つ
- 0: どちらとも言えない
- 1: 比較的に妨げになる
- 2: 非常に妨げになる

結果をFig.3に示す。「どちらとも言えない」と「比較的に役に立つ」以上は合わせると80%を超え、臨床に用いることは有用であると判断した。

次に経時差分画像の検出能の検証を行うために、正常な臨床画像データ60例にコンピュータ上、模擬腫瘍(デジタルファントム: 直径6-20mm、高さ20~50ピクセル)を付加した

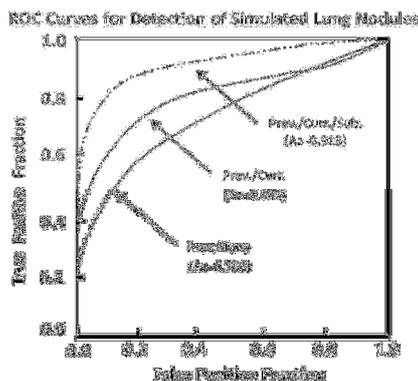


図:4

Fig.4 ROCカーブによる読影評価

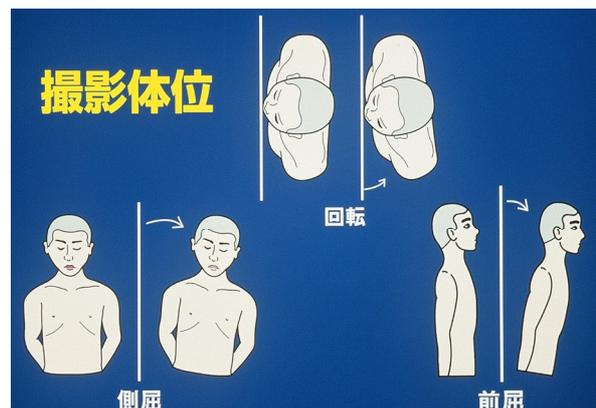


図:5

撮影体位

【結論 (1)】

- 1) 前屈、回転による撮影体位の変動が大きくなれば、アーチファクトは増大するが、模擬腫瘍影の識別能は、現在画像よりも優れていた。
- 2) 側屈による患者撮影体位の変動は、差分画像に対して比較的影響は少なかった。

【検討項目(2) 撮影条件の影響】

胸部ファントムの右中肺野、右下肺野、左肺尖部、左中肺野、心臓と重なる位置に模擬腫瘍を5個、貼付し、X線量を標準のX線量*に対し、1/4倍、1/3倍、1/2倍、1/1.5倍、2倍、3倍、4倍まで変化させ、過去および現在画像を撮影し経時差分画像を作成し検討した。

心臓と重なる位置に貼付した模擬腫瘍影近傍の標準偏差値を求めてみたが、どの画像もX線量が少ない場合、粒状の悪い(ノイズが多い)経時差分画像となったが模擬腫瘍影の識別には変化が見られなかった。

*標準のX線量の定義

管電圧130Kv、撮影距離180cmでS値が200(L=2)となる条件で撮影した時の線量

【結論 (2)】

撮影X線量を1/2程度に減少させても、経時差分画像における粒状性は低下するが、腫瘍などの比較的大きな陰影の検出には大きな影響を与えないことが示唆された。

【経時差分画像処理技術のまとめ】

経時差分画像は胸部の時間的な変化について、読影者の注意を喚起する効果がある。

そのために肺がん検診などへの応用が期待される。また経時差分画像処理技術には形態的病変の変化を捉えることが出来る特徴があり、今後の展望としてCT検査や核医学検査部門(骨シンチ、PET-CT)で治療効果の判定等に用いら

れ今後、ますます研究が進むものと思われる。

ワーピング技術は2ショットエネルギーサブトラクションにおいて、アーチファクトの低減処理に応用されている。なお、エネルギーサブトラクションには器質的病変の診断が出来る特徴がある。

【おわりに】

放射線画像診断技術はアナログシステムからデジタルシステムへ移行し大きく進歩し、我々診療放射線技師も新たな学問としてデジタルシステムの基礎を勉強せざるを得ない時代と変化した。しかし一般撮影技術や各種検査技術の基本は変わらないのであるが、近年撮影条件など何も考えずスイッチを押している放射線技師(スイッチマン)が多いと感じているのは私だけであろうか。

【参考図書】

経静脈性血管撮影法

出版社名 歯薬出版株式会社

著者 松岡昭治

FCR搭載胸部検診車による肺がん集団検診

出版社名 秀潤社

編者 松岡昭治

著 高野正雄、桂川茂彦、佐々木康夫

図の説明

Fig.1 : 経時的差分法の概要

Fig.2 : 経時差分画像評価

Fig.3 : 経時差分臨床評価

Fig.4 : ROCカーブによる読影評価

Fig.5 : 撮影体位

写真1 : 経時差分画像(左から過去画像、現在画像、差分画像)臨床例