

報告番号	※甲	第	号
------	----	---	---

主論文の要旨

論文題目 三次元画像における経時差分法の研究

氏名 閻 平

論文内容の要旨

【背景・目的】MDCT (multi-detector row computed tomography) の高解像度化・高速化およびグラフィックス計算機の高性能化に伴い、容易に高解像度の三次元画像が取得可能な時代となり、三次元 CT 画像は診断・治療に幅広く用いられている。再構成アルゴリズムの開発により低線量での画質が向上したこともあり、MDCT による低線量肺がん検診が普及しやすくなる環境が整ってきた。読影補助として過去画像と現在画像の二次元、三次元的差分処理により病変の検出を行い医師の読影補助として提供する技術が開発され、臨床応用されているが、検診で大量に発生する画像をどのように利用し、効果的な診断を行うかは重要な課題であり、肺がん CT 検診に対応した三次元画像におけるコンピュータ支援診断 (Computer-Aided Diagnosis CAD) への期待も大きい。

以上のような背景から、本論文では、現在増えつつある MDCT を用いた胸部検診により発生する大量の画像について読影の負担を軽減することを念頭に、三次元画像の経時差分処理によって新しい病変の検出と既知の病変の大きさ・形状の変化を強調するような経時差分処理のアルゴリズムの開発を試みた。

【位置照合アルゴリズムの決定】撮影時期の異なる画像間の差分を行うためには、初めに対象となる二つの画像の被写体の各部位の三次元的な位置情報を照合させる必要がある。本研究は、二つの段階において三次元画像位置照合を行った。まず、骨部に

相当する構造の位置関係の変形しない剛体部分についての位置照合アルゴリズムを開発するため、人体胸部ファントムを用いて、三次元アフィン変換により剛体位置照合を検討した。軟部組織に相当する非剛体部分についての位置照合アルゴリズムの開発は、胸部 CT 画像を用いて変形できる位置照合アルゴリズムとしてデーモンズ法 (demons) と微分同相変形法 (diffeomorphic transformation) により肺の軟部組織位置照合を検討した。非剛体位置照合に組み合わせる剛体位置照合に関しては、類似度関数は相互情報量 (Mutual information, MI) を用い、変形モトルは 3D アフィン変換を用いた。非剛体位置照合は、類似度関数は相互相関係数 (cross-correlation, CC) とデーモンズを用い、変形モトルは greedy symmetric diffeomorphic normalization, greedy (SyN) を用いた。これらにより、アルゴリズムは MI-CC-SyN と MI-demons-SyN の 2 つの組み合わせになった。

【軟部組織位置照合精度の評価】 変形前画像 (過去画像、現在画像) と変形後の画像 (過去画像、現在画像に相当する変形された過去画像) に、それぞれの対応する画像の間にランドマーク間の距離 (mm) と標準偏差による評価、変形範囲の比較評価、差分画像上の結節の検出と病巣の進展についての評価と、処理時間の比較を行った。これらの評価により軟部組織位置照合精度の評価を行った。2 つの組合せによる三次元経時差分処理により良好な差分画像が得られ、病変と結節は肺において経時変化がある陰影として差分画像上に残すことができた。ランドマークによる定量的評価では MI-CC-SyN の組み合わせ、差分画像上の病変陰影評価では、MI-demons-SyN の組み合わせにより良い結果が得られた。画像位置照合により変形された過去画像の病巣部のボリュームチェンジ追跡による結果では、MI-CC-SyN の組み合わせは原画像の病巣部のボリュームと較べると形状の縮小が目立つが原画像病巣の特徴を残されていた。MI-demons-SyN の組み合わせは変形された画像の病巣部のボリュームは原画像病巣と較べると形状の縮小変化が大きいことが判明した。

【結論】 本研究で用いた三次元画像差分処理により、新しい病変、あるいは病変の大きさ・形状の変化を強調することが可能であった。肺がん検診の早期発見に寄与することが期待される。