

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 8 日現在

機関番号：16101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26750166

研究課題名(和文) 異常肺構造を対象とする高性能CT画像解析ソフトウェアの研究開発

研究課題名(英文) Research and development of high performance analysis software for abnormal lung structures based on CT images.

研究代表者

松廣 幹雄 (Matsuhiro, Mikio)

徳島大学・ソシオテクノサイエンス研究部・学術研究員

研究者番号：30616660

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：多列CTの進歩によって高精細な3次元CT画像が得られるようになってきている。医師はこれを用いて3次元肺構造を認識し、肺病変の診断・治療をしている。この中で300～600枚の画像を利用するためコンピュータによる効率のいいかつ高度な診断・治療が求められている。本研究では3次元CT画像を用いて異常肺構造を解析するソフトウェアの研究開発を目指した。胸部CT画像データベースを構築し、肺動静脈分類法を開発した。気管支・肺血管を線で表現することで高精度に肺動静脈分類ができた。

研究成果の概要(英文)：With the development of multi-slice CT technology, obtaining accurate 3D images of lung field becomes possible. Radiologists understood 3D-lung structure using CT images and diagnosis of lung diseases. Supporting diagnosis by the computer is demanded, due to the large number of used CT images(300-600images). In this study, we aspire to develop software that analyses abnormal lung structure. We constructed CT image-database and development a classification of pulmonary artery and vein method. This method which simplifies bronchi and pulmonary blood vessel showed high accuracy result.

研究分野：医用画像処理

キーワード：画像診断システム 胸部構造解析法

1. 研究開始当初の背景

胸部 3 次元 CT 画像にはがんの部位別死亡者の最も多い肺がん、近年増加傾向にある COPD、予後不良な疾患である間質性肺炎などの肺病変が描出される。

胸部 3 次元 CT 画像を用いた診断・治療には課題がある。多列 CT は時間分解能と体軸方向の空間分解能が高く、肺構造の高度な認識を可能にして肺病変の診断・治療に貢献している。一度の撮影につき 300～600 枚の画像を利用するためコンピュータを用いた効率的かつ高度な診断・治療が求められている。

肺病変の診断・治療には肺病変が存在する肺区域の同定、肺血管・気管支関与など、異常肺構造を理解する必要がある。自動的に肺構造解析を行って結果を提示すれば、肺病変がある異常肺構造を容易に理解できるようになるため高度な診断・治療の効率化につながる。

2. 研究の目的

本研究で開発する画像解析ソフトウェアは 3 次元 CT 画像から肺病変の有無にかかわらず、正確に肺動脈・肺静脈・気管支・肺区域などを高性能に解析するものである。このため、本研究は (1) 胸部 3 次元 CT 画像データベースの構築、(2) 異常肺構造の画像解析ソフトウェアの開発、(3) 臨床研究による評価・改善を目的とする。これらの概要を以下に示す。

(1) 胸部 3 次元 CT 画像データベースの構築：正常肺構造と肺病変 (肺がん、COPD、間質性肺炎等、軽度から重度の症例) がある異常肺構造の CT 画像及び臨床情報 (年齢、性別、病名、肺病変部位) を研究協力施設から提供を受けてデータベースを構築している。この CT 画像は低線量撮影 (管電圧 120kV、管電流 30mA、スライス厚 1mm、再構成間隔 1mm、画素サイズ 0.625mm)、通常線量撮影 (管電圧 120kV、管電流 100-500mA、スライス厚 0.5-1mm、再構成間隔 0.5-1mm、画素サイズ 0.625mm、造影有・無) である。このデータベースを拡張する。

(2) 異常肺構造の画像解析ソフトウェアの開発：診断・治療に用いるため画像解析ソフトウェアは正常肺構造の 3 次元 CT 画像だけでなく、病変 (肺がん、COPD、間質性肺炎等、軽度から重度の症例) がある異常肺構造の 3 次元 CT 画像に対して適用可能なものとする。このソフトウェアは肺動静脈分類法、肺区域分類法、気管支・肺動脈・肺静脈の枝名付け手法からなる。我々がこれまでに開発した手法と葉間裂抽出法を発展させて総合的な画像解析ソフトウェアを開発する。

(3) 臨床研究による評価・改善：画像解析ソフトウェアを実装したプロトタイプシステムを開発し、研究協力施設で臨床研究を行う。評価結果のフィードバックを受け、ソフトウェアの性能向上を目指す。

3. 研究の方法

診断・治療に用いるため開発する画像解析ソフトウェアは正常肺構造の 3 次元 CT 画像だけでなく、病変 (肺がん、COPD、間質性肺炎等、軽度から重度の症例) がある異常肺構造の 3 次元 CT 画像に対して適用可能なものとする。我々は正常肺構造と病変 (肺がん、COPD、間質性肺炎等、軽度から重度の症例) がある異常肺構造の CT 画像から肺葉の間に存在する葉間裂を抽出する方法を開発した。この手法を発展させて医師から要求がある肺動静脈分類、肺区域分類、気管支・肺動脈・肺静脈の枝名付けを行う高性能画像解析ソフトウェアを研究開発する。このため本研究は (1) 正常例と肺病変を含む異常例の胸部 CT 画像データベースの構築、(2) 画像解析ソフトウェア及びプロトタイプシステムの開発、(3) 臨床研究による評価・改善の研究課題に取り組んだ。これらの概要を以下に示す。

(1) 正常例と肺病変を含む異常例の胸部 CT 画像データベースの構築：研究協力施設から倫理審査委員会の承認を得て、正常肺構造と肺病変を含む異常肺構造の CT 画像と臨床情報 (年齢、性別、病名、肺病変部位) を提供を受けてデータベースを拡張する。これらの情報は本研究グループで開発した医用画像の匿名化システムを用いて収集する。この CT 画像は低線量撮影 (管電圧 120kV、管電流 30mA、スライス厚 1mm、再構成間隔 1mm、画素サイズ 0.625mm)、通常線量撮影 (管電圧 120kV、管電流 100-500mA、スライス厚 0.5-1mm、再構成間隔 0.5-1mm、画素サイズ 0.625mm、造影有・無) である。また 3 次元 CT 画像からマニュアル処理によって肺動静脈分類、気管支・肺動脈・肺静脈の枝名付けを行って画像解析ソフトウェアのトレーニングと評価のためのゴールドスタンダード作成を行う。

(2) 画像解析ソフトウェア及びプロトタイプシステムの開発：整備した胸部 CT 画像データを基に我々がこれまでに開発した手法と葉間裂抽出法を発展させて総合的な画像解析ソフトウェアの開発を行う。気管支が肺動脈と併走するという解剖学的特徴と葉間裂抽出結果を用いて肺葉ごとに処理を行うことでより高精度な肺動静脈分類法を開発する。気管支・肺動脈が肺区域の中心を走行し肺静脈が肺区域の境界部を走行するという解剖学的特徴を用いて肺区域分類法を開発する。肺区域分類の情報に基づき気管支・肺動脈・肺静脈の枝名付け手法を開発する。画像解析ソフトウェアを実装して臨床現場で使用するためのプロトタイプシステムを開発する。

(3) 臨床研究による評価・改善：画像解析ソフトウェアを実装したプロトタイプシステムを用いて研究協力施設で臨床研究を行い、評価結果のフィードバックを受けてソフトウェアの改善をする。

4. 研究成果

研究協力施設の倫理審査委員会の承認を得てデータベース構築を行った。得られたCT画像からマニュアル処理によって画像解析ソフトウェアのトレーニング・評価のためのゴールドスタンダードの作成を行った。

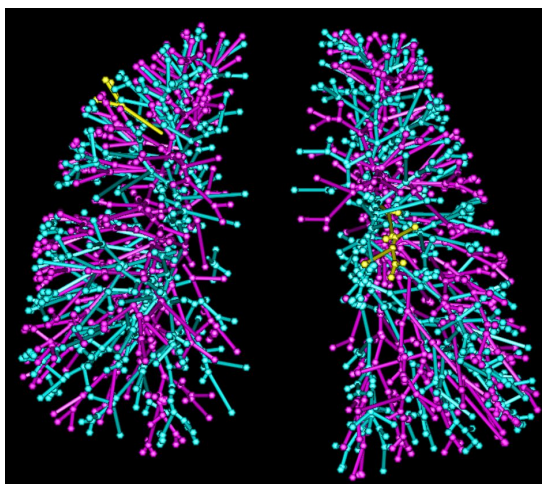
肺構造解析の基本となる肺動静脈分類法を開発した。この手法は気管支が肺動脈と併走するという解剖学的特徴を利用した。気管支・肺血管を線形状にすることで気管支・肺血管間の距離・方向の差を評価しやすくした。これを用いて気管支・肺動脈の併走を表現する特徴量を提案した。構築した胸部CT画像データベースを用いて肺動脈と併走しやすい気管支を事前知識として蓄えることで、より高精度な肺動静脈分類を可能とした。

この手法を5例に適用し、肺動静脈分類を行った。肺血管の接触部はマニュアルで分離して処理を行った。枝単位で分類結果をゴールドスタンダードと比較し、正しく肺動脈と分類できている枝数をTP, 肺静脈を肺動脈と分類した枝数をFP, 肺動脈を肺静脈と分類した枝数をFNとして一致率を次の式(1)で求めた。

$$\text{一致率} = \frac{TP}{TP + FP + FN} \quad (1)$$

一致率の平均は96.4%であり有効性を示した。図1に肺動静脈分類結果の1例を示す。

画像解析ソフトウェアを実装するためのプロトタイプシステムを開発を進めた。



肺動脈 肺静脈 誤分類
図1 肺動静脈分類結果

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計1件)

- [1] 仁木登, 河田佳樹, 鈴木秀宣, 松廣幹雄, 計算解剖モデルに基づく診断支援, 査読無, INNERVISION, Vol.29, No.11, pp.19-21, 2014.
(<http://www.innervision.co.jp/publication/innervision2014/innervision2>

01411)

[学会発表](計11件)

- [1] 松廣幹雄, 鈴木秀宣, 河田佳樹, 仁木登, 中野恭幸, 大松広伸, 楠本昌彦, 土田敬明, 江口研二, 金子昌弘, 胸部3次元マルチスライスCT画像を用いた気管支・肺動静脈抽出法, 第11回京滋呼吸器リサーチフォーラム, 2016年3月19日, 京都リサーチパーク(京都府京都市)
- [2] H.Suzuki, M.Matsuhiro, Y.Kawata, N.Niki, K.Kato, T.Kishimoto, K.Ashizawa: Computer aided diagnosis for severity assessment of pneumoconiosis using CT images, Proc. SPIE Medical Imaging, 2016.2.27-3.3, Town & Country Resort and Convention Center (San Diego, California, United States)
- [3] K.Yoneda, M.Matsuhiro, H.Suzuki, Y.Kawata, N.Niki, Y.Nakano, H.Ohmatsu, M.Kusumoto, T.Tsuchida, K.Eguchi, M.Kaneko: Computer-aided diagnosis for osteoporosis using chest 3D CT images, Proc. SPIE Medical Imaging, 2016.2.27-3.3, Town & Country Resort and Convention Center (San Diego, California, United States)
- [4] 松廣幹雄, 鈴木秀宣, 河田佳樹, 仁木登, 中野恭幸, 大松広伸, 楠本昌彦, 土田敬明, 江口研二, 金子昌弘, 3次元マルチスライスCT画像を用いた気管支・肺動静脈抽出法, 第23回日本CT検診学会学術集会, 2016年2月12~13日, 柏の葉カンファレンスセンター(千葉県柏市)
- [5] M.Matsuhiro, H.Suzuki, Y.Kawata, N.Niki, Y.Nakano, H.Ohmatsu, M.Kusumoto, T.Tsuchida, K.Eguchi, M.Kaneko: Extraction algorithm of bronchi and pulmonary artery and vein using anatomical features based on multi-slice CT images: 1st AOWPFI & 8th JSPFI, 2016.1.29-31, Awaji Yumebutai International Conference Center (Awaji City, Hyogo, Japan)
- [6] K.Shimada, M.Matsuhiro, H.Suzuki, Y.Kawata, N.Niki, Y.Nakano, H.Ohmatsu, M.Kusumoto, T.Tsuchida, K.Eguchi, M.Kaneko: Longitudinal follow-up study of smoking-induced emphysema progressing using low-dose CT screening, 1st AOWPFI & 8th JSPFI, 2016.1.29-31, Awaji Yumebutai International Conference Center (Awaji City, Hyogo, Japan)
- [7] K.Fujisawa, M.Matsuhiro, H.Suzuki, Y.Kawata, N.Niki, T.Sugiura, N.Tanabe, Y.Takiguchi, K.Tatsumi: Quantitative analysis of thrombosis using CT images, 1st AOWPFI & 8th JSPFI, 2016.1.29-31,

Awaji Yumebutai International
Conference Center (Awaji City, Hyogo,
Japan)

- [8] M.Matsuhiro, H.Suzuki, Y.Kawata,
N.Niki, Y.Nakano, H.Ohmatsu,
M.Kusumoto, T.Tsuchida, K.Eguchi,
M.Kaneko : Peripleural lung disease
detection based on multi-slice CT
images, Proc. SPIE Medical Imaging,
2015.2.21-26, Renaissance Orlando at
SeaWorld(Orlando, Florida, United
States)
- [9] H.Suzuki, R.Mizuguchi, M.Matsuhiro,
Y.Kawata, N.Niki, Y.Nakano, H.Ohmatsu,
M.Kusumoto, T.Tsuchida, K.Eguchi,
M.Kaneko, N.Moriyama : Quantitative
assessment of smoking-induced
emphysema progression in longitudinal
CT screening for lung cancer, Proc.
SPIE Medical Imaging, 2015.2.21-26,
Renaissance Orlando at
SeaWorld(Orlando, Florida, United
States)
- [10] 松廣幹雄,鈴木秀宣,河田佳樹,仁木登,
中野恭幸,大松広伸,楠本昌彦,土田敬
明,江口研二,金子昌弘,3次元マルチ
スライスCT画像を用いた胸部構造解析,
第22回日本CT検診学会学術集会,2015
年2月13~14日,大阪国際会議場1003
号室(10階)(大阪府大阪市)
- [11] 松廣幹雄,鈴木秀宣,河田佳樹,仁木登,
中野恭幸,大松広伸,楠本昌彦,土田敬
明,江口研二,金子昌弘,3次元マルチ
スライスCT画像を用いた胸部構造解析
法,第7回呼吸機能イメージング研究会
学術集会,2015年2月7~8日,東京慈
恵会医科大学1号館(東京都港区)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松廣 幹雄 (Matsuhiro, Mikio)

徳島大学・大学院ソシオテクノサイエンス研
究部・学術研究員

研究者番号：30616660