

Title	胸部CT画像における肺の吸排気時の3次元形状変化特性解析による肺疾病の自動診断に関する研究
Author(s)	VEJJANUGRAHA, PIKUL
Citation	
Issue Date	2020-09
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/16999
Rights	
Description	Supervisor:小谷 一孔, 情報科学研究科, 博士

氏名	Vejjanugraha Pikul		
学位の種類	博士(情報科学)		
学位記番号	博情第 439 号		
学位授与年月日	令和 2 年 9 月 24 日		
論文題目	An Automatic Diagnosis of Lung Diseases by Analyzing an Inhomogeneous Motion on 3D Shape of Lung CT Images.		
論文審査委員	主査	小谷一孔	北陸先端科学技術大学院大学 教授
		党 建武	同上 教授
		金子峰雄	同上 教授
		長谷川 忍	同上 准教授
		Waree Kongprawechnon	SIIT 准教授
		Toshiaki Kondo	同上 准教授

論文の内容の要旨

This research introduces the new approach of the 3D active contour model to evaluate the velocity vectors of the lung motion and learning the inhomogeneous motion pattern from each lung lobe to generate the predictive model. The non-rigid registration model by using its biophysical model is applied. The velocity vectors between EI and EE models are evaluated by the corresponding points on the parametric surface model of the EE model to the EI model. The external energy from the EI models is the external force that pushes the 3D parametric surface reaching the boundary. The external forces such as balloon force and Gradient Vector Flow (GVF) were adjusted adaptively based on the Zratio which calculated from the ratio of the maximum value of EI to EE model in Z axis. Next, the feature representation is studied and evaluated based on the lung structure which is separated into 5 lobes. The hierarchical classification is applied to screen the lung diseases into normal, obstructive lung, and restrictive lung by using the stepwise regression and Artificial Neural Network techniques. Lastly, the inhomogeneous motion pattern of lungs integrated with the medical based knowledge can be used to analyze the lung diseases: firstly, by differentiating normal and inhomogeneous motion pattern, secondly by separating restrictive and obstructive lung diseases and thirdly basing on the cause and location of the disease which is the function of the immune and lymphatic system.

Keywords: 3D Active Contour Model, non-rigid registration, inhomogeneous motion pattern, velocity vector map, hierarchical classification

論文審査の結果の要旨

本論文は、吸気時と排気時の胸部 CT 画像から肺の動きを 3 次元計測・解析し、種々の肺疾患を自動診断する医用画像解析手法を与えた。特に吸気と排気により変形した肺形状を 3 次元動的輪郭モデルにより抽出し、肺の各部分の変形（動き）を速度ベクトルとして捉え、これを 3 次元マップで表すことにより、肺疾患により表れる特徴的な動きを解析する新しい手法を与えた。人の肺は複数の異なる機能の部位から構成されており、これらを医学的知見に基づいて部位毎の速度ベクトルマップを解析することにより、これまでの CT 画像診断では困難であった肺疾患を検出できる。

3 次元動的輪郭モデルは格子状に制御点を持つメッシュを対象のオブジェクトを十分に包含するように設置し、制御点に与えた評価関数（エネルギー関数）に基づいて格子を縮小させる。全ての制御点がオブジェクトに接し、エネルギー関数が極小となったとき制御点がオブジェクトの外郭形状を与える。従来手法では制御点を等間隔に与えていたが、領域が膨張、縮小する肺においては膨張時に存在した制御点が縮小時に消失する、あるいは縮小時に存在しない制御点が膨張に発生するため、各制御点を対応点と見なし速度ベクトルを与えることができない。本論文では対応点の消失が生じない動的輪郭モデルの制御点生成アルゴリズムを新たに考案し、大きさが変化するオブジェクトの 3 次元形状解析手法を実現した。本手法により肺の局所的な部分まで高精度に速度ベクトルの推定が可能となった。

人の臓器には心臓や肺のように短時間に形状が変化するものや、肝臓のように変形しないものがある。従来の CT 画像診断手法は後者の解析・診断には有用であったが変形する臓器には適用できなかった。本論文で与えた手法は吸気時（最大形状）と排気時（最小形状）の 2 枚の CT 画像から肺の形状変化を速度ベクトルとして抽出し、これを 3 次元マップとして可視化することにより、種々の肺疾患の自動診断だけでなく、医師の診断をサポートできる。タマサート大学附属病院の医師からは、通常の CT 画像解析では見落としてしまうような特徴を明確に可視化できるので有用であると評価された。

以上、本論文は CT 画像を用いて疾病によって生じる異常な肺の 3 次元形状変化を各局所特徴部位まで高精度に解析する手法を与え、その有効性を示しており、学術的に貢献するところが大きい。よって博士（情報科学）の学位論文として充分価値あるものと認めた。