

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 28 日現在

機関番号：32645

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K10282

研究課題名(和文)リアルタイム画像支援による仮想気管支鏡システムの開発

研究課題名(英文)Development of real-time virtual bronchoscopic navigation with image processing technology.

研究代表者

吉田 浩一 (KOICHI, YOSHIDA)

東京医科大学・医学部・客員講師

研究者番号：00424490

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：仮想気管支鏡を気管支鏡画像と並べ、リアルタイム表示を行うことで、高精度なナビゲーションシステムを開発することを目的としている。深部情報可視化3次元画像構築ソフト(SYNAPSE VINCENT、Fuji film社製)を用いて、予め匿名化された症例における胸部造影CTのDICOMデータを用いて、3D-CT及び気管支ナビゲーション画像を作成した。仮想気管支鏡画像の最適化により滑らかな動画表示を行うことが可能となった。気管支鏡動画と胸部CT画像からイメージを連携させ、仮想気管支内視鏡の動きや位置を推定するアルゴリズムを改良した。仮想内視鏡画像と気管支鏡画像の同時シンクロ表示が可能となった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to establish real-time virtual bronchoscopic navigation with image processing technology. SYNAPSE VINCENT uses unique image recognition technology to extract automatically bronchial path and other organs. We create synchronized real-time bronchoscopic navigation system by single click procedure. This technology guides bronchial path to reach a lung nodule by using each patient's CT imaging data.

研究分野：呼吸器外科学

キーワード：仮想内視鏡 3D画像 リアルタイム画像支援 気管支鏡 ナビゲーション

1. 研究開始当初の背景

近年、ヘリカル CT の普及に伴い微小な肺結節の発見が増加してきており、従来の経気管支肺生検 (Transbronchial lung biopsy ; TBLB) だけでは診断に難渋することがある。仮想気管支鏡ナビゲーションシステム (Virtual bronchoscopic navigation ; VBN) は短時間で正しい気管支ルートを表示する画像解析システムであり、当科では 2010 年 6 月より TBLB の診断率を向上させるべく VBN を臨床導入している。

当科では 2010 年 6 月から 2013 年 3 月までに、末梢肺病変 136 症例に対して VBN (LungPoint, Bronchus 社製) 及び末梢超音波 + ガイドシース法を使用し、最終診断が肺癌であった症例 95 例について詳細な検討を行った。VBN を使用した TBLB の診断率は 78.7% であり、腫瘍径によらず、一定の診断率の向上が得られる結果となった。このことから、VBN は術者の技量に左右されず、病巣へ気管支鏡を誘導でき、技術の均てん化に寄与すると考えられ、今後も普及していくと考える。

Fuji Film 社製の深部情報可視化 3 次元画像構築ソフト (SYNAPSE VINCENT) は、主に呼吸器外科領域での胸腔鏡手術や、肺区域切除時の切離面同定などの術前シミュレーションですでに臨床応用されている。この SYNAPSE VINCENT には現在、仮想内視鏡システムが搭載されており、末梢病変を指定するだけで、到達ルートを自動で計算する機能を備えている。しかし、現時点での VBN システムは、概ね事前に到達ルートを計算させ、内視鏡室に機材を持ち込み、内視鏡検査の補助システムとして利用されているのが一般的である。他社製品における VBN システムも同様に、気管支鏡施術者以外の助手が操作を担当しないとリアルタイムでナビゲーション出来ない。また気管支鏡画面 + バーチャル内視鏡画面といった 2 画面同時表示機能をもつ機種も存在するが、非同期であり、分岐ごとに、決定ボタンを押して進まなくてはいけない。さらに気管支樹形図が途中で途絶してしまい、末梢標的病変への到達が困難となるため、最終確認には透視を併用することが多い。

2. 研究の目的

本研究は仮想気管支鏡 (VBN) システムにおいて、リアルタイム表示を行うことにより、内視鏡の正確な現在位置の表示や、選択すべき気管支の分岐方向を指示やルートなど、カーナビゲーションシステムと同様な高精度マッチングを目指し、臨床応用することを目的としている。SYNAPSE VINCENT システムに改良を加えることによって、リアルタイム表示による VBN システムを構築する。

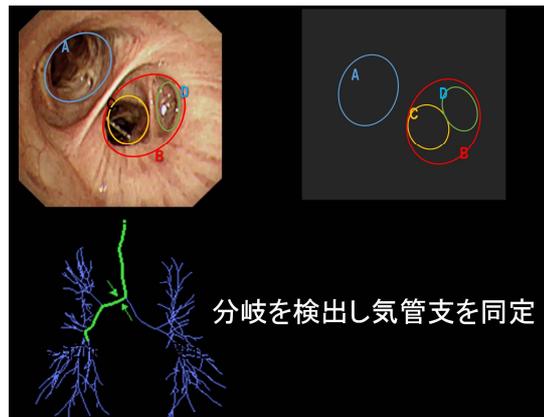
さらに SYNAPSE VINCENT の特徴的機能である深部可視化画像を用いて、気管支周囲の構造物をより詳細に表示させる。単に到達経路のナビゲーションとしての機能だけでなく、YAG レーザ治療、マイクロウェーブ治療や PDT 治療における術中ナビゲーション開発も目的とする。肺動静脈をより末梢まで描出させ、気管支壁の透過表示をよりクリアになるよう改良を行い、仮想内視鏡画像と、内視鏡モニター画面の重層表示を行う。周囲の血管などの構造物が一目瞭然となり、術者は血管損傷などのリスクを大幅に低減できるものとなる。

3. 研究の方法

あらかじめ同意の取得できた、末梢小型肺病変を有する気管支鏡検査症例から胸部 CT 造影画像を 1mm スライスで DICOM データとして出力させ、SYNAPSE VINCENT への画像取り込みを行う。その後 3D-CT 及び気管支ナビゲーション画像を作成した。各症例における気管支鏡の動画画像からフレーム静止画抽出を行った。SYNAPSE VINCENT ソフトウェアは Fuji Film 社から提供され、アップデートも逐次行なった。

4. 研究成果

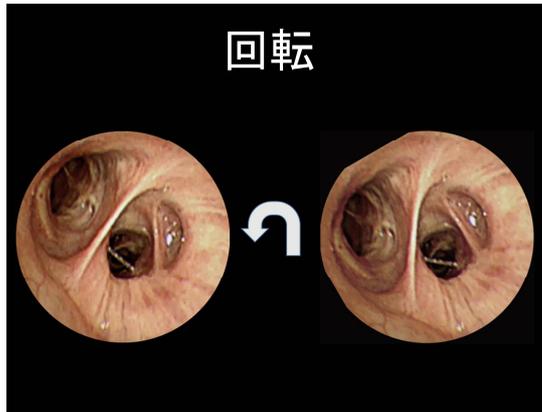
胸部造影 CT の DICOM データを用いて、主に気管支分岐部の静止画像を用いて、個々の気管支分岐を同定する設定とした。



再構築された仮想気管支鏡動画は、フレームレートを最適化することで、画像処理スピードの向上が得られ、より滑らかな動画表示を行うことが可能となった。

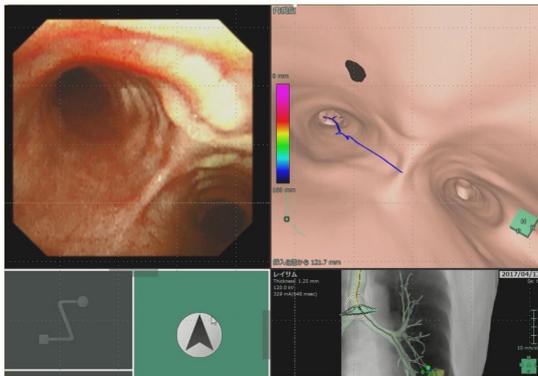
さらに気管支鏡動画と胸部 CT 画像から得られた 3D イメージを連携させ、仮想気管支内視鏡の動きや位置を推定するアルゴリズムの開発を行った。実際の気管支鏡検査では常に内視鏡を回転させる動作を伴うことから、仮想画像を作成する上で、各亜区域支までスコープを挿入した際に生じる、画像の回転角度を予め予想することが必要であった。

重層化した際における画像処理の高速化アルゴリズムは気管支鏡の挿入深度の位置変化や、術者による回転変化などに対応するものとした。

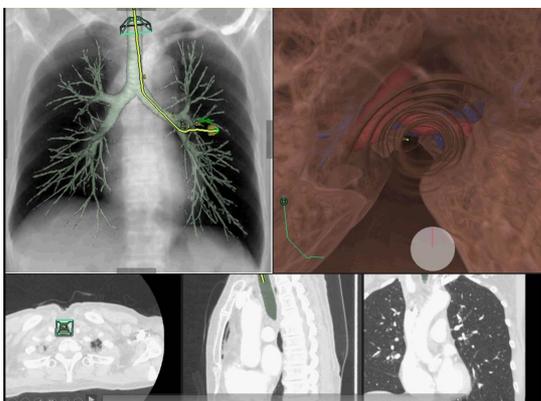


仮想内視鏡画像と気管支鏡画像は同一モニター上に2画面表示され、常時リアルタイム表示とした。

仮想内視鏡画像において、PCのCPU及びグラフィックボード演算能力を改善したところ、実際の内視鏡画像に対するタイムラグの解消が図られた。実際の気管支鏡検査では常に内視鏡を回転させる動作を伴うことから、仮想画像を作成する上で、各亜区域支までスコープを挿入した際に生じる、画像の回転角度を予め予想することが必要となる。自動回転を計算することで、重層化した際に画像処理の高速化が期待できる。ナビゲーション画像専用のモニター上に2画面表示を行い、実内視鏡画像と、仮想内視鏡画像を並列表示させた。



次に2画面を重層化し、1画面表示を試みた。



通常の気管支鏡検査においては、腫瘍などの

ターゲット像とルート表示のみで十分であるが、気道内治療時には病変部位に加えて、周囲の臓器、動静脈、リンパ節などを追加表示させた。

本研究は、電磁場発生装置や電磁場検出システムを不要としている。現在全国に普及している一般の気管支鏡システムユニットに接続し、画像キャプチャーを行うことで、リアルタイムに気管支ナビゲーションシステムを起動可能である点において、画期的であるといえる。



課題としては、気管支鏡操作には各々の術者によって操作に癖があることが多く、急な気管支鏡操作に対して、追従困難な場合が認められた。各術者の癖を学習する機能を付加することも視野にいれた、次世代型ナビゲーションシステムの開発を、引き続き行っていく予定である。

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0件)

〔学会発表〕(計1件)

吉田 浩一、より精度の高い手術プランニングと気管支ナビゲーションの新提案 日本語呼吸器外科学会総会 2017年

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：

発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉田 浩一 (YOSHIDA, Koichi)
東京医科大学・医学部・客員講師
研究者番号：00424490

(2) 研究分担者

嶋田 善久 (SHIMADA, Yoshihisa)
東京医科大学・医学部・助教
研究者番号：00459497

前田 純一 (MAEDA, Junichi)
東京医科大学・医学部・講師
研究者番号：50408176

池田 徳彦 (IKEDA, Norihiko)
東京医科大学・医学部・教授
研究者番号：70246205