

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 12 日現在

機関番号：14301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25670716

研究課題名(和文)バーチャルリアリティーを用いたOCT深部情報表示による内視鏡手術検査支援システム

研究課題名(英文)Assisting system for surgical and examination endoscopy using virtual reality with internal information obtained by OCT

研究代表者

伊藤 壽一(Ito, Juichi)

京都大学・医学(系)研究科(研究院)・名誉教授

研究者番号：90176339

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：内視鏡画像とOCTを同時に撮影できる新規光学系を設計・作成した。OCT断層像群から内部情報を抽出し、表面から見た画像に変換して内視鏡画像に重ねて表示するためのプログラムを作成中である。動物実験モデルとして嗅覚障害マウスを用いて、OCTによる嗅覚機能評価が可能であることを検証した。これを用いて、また、マウスの蝸牛内部の病的構造を抽出するプログラムを作成した。内視鏡画像にOCT情報を重畳することで、内部構造や機能をわかりやすく表示可能であることを示す。

研究成果の概要(英文)：New optical system, that can obtain endoscopic images and OCT images through the same light path, has been developed and implemented. Computer programs to extract internal structural information from the set of OCT cross-sectional images, to convert into en-face images, and to overlay on the endoscopic images are being developed. Using olfactory damage mice system as a working animal model, the ability of OCT to visualize olfactory dysfunction. A computer program that can extract pathological morphology in the mouse cochleae has been developed. These OCT information is intended to be overlapped onto endoscopic images to enable clear visualization of internal structures and/or functions.

研究分野：耳鼻咽喉科・頭頸部外科

キーワード：画像診断 光コヒーレンストモグラフィー 内視鏡

1. 研究開始当初の背景

手術において切除するかどうか。検査において生検するかどうか。特に頭頸部領域では感覚器、感覚表出や嚥下などの機能臓器、隣接する重要臓器があるため、決定は必ずと慎重にならざるを得ない。こういう場面において、内視鏡は狭い領域にも安全に進入でき、接近画像で観察できるため、不可欠なツールになった。さらにルゴールによる不染帯の検出、狭帯域画像 (NBI) による血管構築の描出などによる支援も用いられるようになった。しかし、現在見えている表面の組織のむこうに何があるのか、その決定的な情報は、開けてみるまで (取ってみるまで) 分からない。

光コヒーレンストモグラフィ (OCT) は、近赤外光の組織透過性を利用して、組織内部からの反射光を検出して画像化するという非侵襲的断層診断法である。OCT は 5 μm から 15 μm という高解像度を有するため、OCT 画像による組織診断 Optical Biopsy が提唱されている。(Gimbel C. Optical coherence tomography diagnostic imaging. Gen Dent. 2008)

我々は、OCT を用いて内耳の非侵襲的生体診断法を開発し (論文投稿準備中)、粘膜病変の OCT 画像による評価も行い、そのポテンシャルの高さは確認した。現在は内視鏡と OCT は別の装置であり、正確な位置確認が困難である。OCT を実用のものにするために、内視鏡画像と OCT の情報をリアルタイムに統合する必要がある。

2. 研究の目的

バーチャル・リアリティーを用いた OCT 深部情報表示による内視鏡手術支援システムとして、内視鏡の視野に、光コヒーレンストモグラフィ (OCT) から得た深部の情報をリアルタイムに入れ込むシステムを構築する。これによって、内視鏡手術・検査の信頼性と安全性の向上を図る。

3. 研究の方法

[A1] システム構築

内視鏡画像を取得するための CCD と OCT の画像を取得するための Scanner が、共通の光路を用いるようなアダプタを作成する。

OCT による断層像群から内部構造や機能を示す情報を抽出し、表面から見たような OCT Info 像を作成するプログラムを作成し、その性能を検証する。内部にいくつかの構造を持ったファントムを作成して、サンプルデータとして用いる。

[A2] 内視鏡画像と OCT Info 像を静止画として Off-line で重ね合わせる

[B] 検証

[B1] 生物サンプルで OCT Info 像を取得する ([A1, A2] の検証)

上記 [A1][A2] で作成した処理系を用いて、以下のサンプルで OCT Info 像が得られ

ることを確認する。

簡便なモデルとして、マウスの頸部の皮膚を除去し、頸動脈・気管・筋肉を対象として OCT Volume 像を得る。これを OCT Info 像が得られることを確認する。

[B2] CCD/OCT 内視鏡アダプタの作成

動画に対応できるようにするため、CCD/OCT を常に同時に取得できるように、ハーフミラーで両方の光を透過するようなアダプタを作成する。

4. 研究成果

初年度には、可視光線による内視鏡画像と近赤外光による OCT 画像を同時に取得できるような内視鏡光学系を設計した。また、動物内耳を用いたサンプルを用いて、OCT を用いて深さ方向にどのような情報が得られるかを検討した。手術切除後の腫瘍サンプルを用いて、OCT で腫瘍部分が描出可能であることも確認した。

また実験光学系の生データから画像データを抽出するプログラムや、生体組織内の物体の位置関係を抽出するプログラムを作成し、生体組織内部情報を抽出する系を順次作成中である。

2 年目には、前年度設計した OCT 内視鏡システムについて、アダプタを作成し、内視鏡とともに光学系を実装した。またファントムを作成し、OCT 画像を取得して OCT Info 像に変換するためのプログラムを設計した。

モデル動物として嗅覚障害モデルマウスを作成し、OCT を用いて嗅覚機能評価を行うための実証実験を行った。また、マウス蝸牛の内部構造から病的形態の情報を抽出するプログラムを作成した。

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 11 件)

1. Sakamoto T, Tona Y, Nakagawa T, Ito J. In vivo visualization of endolymphatic hydrops using optical coherence tomography (OCT). SPIE/BiOS 2013. 2013/2/2-7, San Francisco (口演)
2. Sakamoto T, Tona Y, Nakagawa T, Ito J. In vivo visualization of endolymphatic hydrops using optical coherence tomography (OCT). ARO MWM 2013. 2013/2/16-20, Baltimore, MD /USA (ポスター)
3. 坂本達則, 十名洋介, 中川隆之, 田浦晶子, 伊藤壽一. 光コヒーレンストモ

- グラフィー(OCT)を用いた前庭・半規管の観察. 第 114 回日本耳鼻咽喉科学会総会・学術講演会. 2013/5/15-18, ロイトン札幌(札幌市)(口演)
4. Sakamoto T, Tona Y, Nakagawa T, Ito J. 3D Nasal Endoscopy - Experience the Stereoscopic View of the Nose -. 16th Asian Research Symposium in Rhinology. 2013/8/29-31, Tokyo, Japan (Booth Lecture)
 5. Sakamoto T, Tona Y, Taura A, Nakagawa T, Ito J. Visualization of Internal Structures in the Vestibule and the Semicircular Canals using Optical Coherence Tomography (OCT). 50th Inner Ear Biology Workshop (IEB2013). 2013/9/10-13, Alcalá de Henares, Spain (口演)
 6. 坂本達則, 十名洋介, 田浦晶子, 中川隆之, 伊藤壽一. 光コヒーレンストモグラフィー(OCT)を用いた内耳画像診断-脱灰の効果-. 第 23 回日本耳科学会. 2013/11/24-26, シーガイアコンベンションセンター(宮崎市)(口演)
 7. Sakamoto T, Tona Y, Nakagawa T, Ito J. Visualization of the internal structures of the inner ear by optical coherence tomography (OCT). 15th KOREA JAPAN Joint Meeting of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery. 2014/4/4-6, Seoul, Korea (口演)
 8. Sakamoto T, Tona Y, Nakagawa T, Ito J. Visualization of Maculae and Membranous Semicircular Ducts in the Otic Capsule by Optical Coherence Tomography (OCT). AAO-HNSF Annual Meeting. 2014/9/20-24, Orlando, U.S. (ポスター)
 9. 坂本達則, 十名洋介, 田浦晶子, 中川隆之, 伊藤壽一. 光コヒーレンストモグラフィー(OCT)を用いた耳石器の観察. 第 24 回日本耳科学会. 2014/10/16-18, 朱鷺メッセ(新潟市)(口演)
 10. Sakamoto T, Tona Y, Taura A, Nakagawa T, Ito J. Nondestructive Observation of the Vestibular Systems of Slc26a4 K.O. Mice Using Optical Coherence Tomography (OCT). Inner Ear Biology Workshop 2014 in Kyoto. 2014/11/1-4, 国立京都国際会館(Kyoto)(口演)
 11. 坂本達則, 十名洋介, 田浦晶子, 中川隆之, 伊藤壽一. 光コヒーレンストモグラフィー(OCT)を用いた内耳画像診断. 第 73 回めまい平衡医学会. 2014/11/5-7, パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)(シンポジウム)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 2 件)

名称: 断層像による蝸牛内リンパ水腫の評価方法

発明者: 坂本達則, 伊藤壽一, 黒田知宏, KARVONEN, Tuukka Matias

権利者: 国立大学法人京都大学

種類: 特許

番号: 特願 2014-053790

出願年月日: 平成 26 年 3 月 17 日

国内外の別: 国内

名称: 生体内部の構造体がなす角度を非侵襲的に決定する方法

発明者: 坂本達則, 伊藤壽一, 黒田知宏, KARVONEN, Tuukka Matias

権利者: 国立大学法人京都大学

種類: 特許

番号: PCT/JP2015/057880

出願年月日: 平成 26 年 3 月 17 日

国内外の別: 国内

取得状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

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

伊藤 壽一 (ITO, Juichi)

京都大学・医学研究科・名誉教授

研究者番号: 90176339

(2) 研究分担者

坂本 達則 (SAKAMOTO, Tatsunori)

京都大学・医学研究科・助教

研究者番号: 60425626

黒田 知宏 (KURODA, Tomohiro)

京都大学・医学研究科・教授

研究者番号: 10304156

桑 直人 (KUME, Naoto)

京都大学・情報学研究科・准教授

研究者番号: 00456881

楯谷 一郎 (TATEYA, Ichiro)
京都大学・医学研究科・講師
研究者番号：20526363

中川 隆之 (NAKAGAWA, Takayuki)
京都大学・医学研究科・講師
研究者番号：50335270

北村 守正 (KITAMURA, Morimasa)
京都大学・医学研究科・助教
研究者番号：60543262

山本 典生 (YAMAMOTO, Norio)
京都大学・医学研究科・助教
研究者番号：70378644

平野 滋 (HIRANO, Shigeru)
京都大学・医学研究科・准教授
研究者番号：10303827

平海 晴一 (HIRAUMI, Harukazu)
岩手医科大学・医学部・講師
研究者番号：10374167