

平成 21 年 6 月 19 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2006～2008

課題番号：18500387

研究課題名（和文） 近赤外散乱光による 3 次元的位置情報による粘膜下組織診断の内視鏡への応用

研究課題名（英文） The application of an endoscopic three dimensional submucosa diagnosis by near infrared scattered light.

研究代表者

長倉 俊明 (NAGAKURA TOSHIKI)

大阪電気通信大学・医療福祉工学部・教授

研究者番号：40288577

研究成果の概要： 医用画像の大半は動画であるが、静止画しか利用していない。これまでの研究で、静止画では分かり難い変位も動画では認知できることを証明してきた。

この研究を上部消化管内視鏡動画像に応用し、時間的視差画像から 3 次元位置情報の計測を空間的ずれを補正しながら解析の安定性を向上させた。また LED 等の光源を粘膜に照射すると散乱光が組織中に広がるが、可視光領域では色分解を行い、赤外光では複数方向の画像撮影で 3 次元形状を解析する技術を確立した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	2,200,000	0	2,200,000
2007 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2008 年度	400,000	120,000	520,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	450,000	4,150,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学、医用システム

キーワード：低侵襲治療システム、3 次元計測、内視鏡画像、近赤外、粘膜組織

1. 研究開始当初の背景

(1) 静止画では分かり難い変位も動画では認知できることを証明してきた。また動画像による時間的視差画像から 3 次元計測の方法を開発してきた。

(2) 胃粘膜 6 層で固有筋層に癌細胞が浸潤しているか否かによって、早期癌と進行癌に診断される。近年では早期癌は内視鏡的に切除できるので、光学的に癌細胞の浸潤が診断できれば臨床的価値は極めて高い。

(3) 我々が胃粘膜を高画素で撮影すると胃

小窩が撮影されていることが分かっている。この事実と生体透過性の良い赤外光を用いれば、血管リッチな組織はヘモグロビンによる吸収で輝度が低下する。その輝度情報から粘膜内の血管情報を得ることができる。

2. 研究の目的

医用画像の大半は動画であるが、定量的には静止画しか利用していない。これまでの研究で静止画では分かり難い変位も、動画で定量的に認知できることを証明している。

粘膜程度ならば光源光量が少なくても透過光は十分なので、可視光除去フィルタで撮

影すれば粘膜内毛細血管を撮影することができる。これを複数の視差画像から解析し3次元再構成する。この結果から粘膜の深さ方向に血管情報と粘膜構造の関係から光学系による上部消化管癌診断を試みる。

高画質撮影では胃小窩が撮影されており、将来の内視鏡ビジョンチップの向上によって3次元計測精度が高まることは、自明であるが、これを定量的に検討する。

3. 研究の方法

(1) 内視鏡動画画像を MPEG のような時間圧縮はなく空間圧縮だけで frame rate 30/sec で記録できる DV format を用いることで、経時的連続 2 次元内視鏡画像から 3 次元計測を可能とし、さらに汎用 CAD データ化を可能にしてきた。すなわち、内視鏡画面を記録すれば 0.1 秒間に 3 枚の画像が記録され、この間にも内視鏡の移動が起こるので、対象物を視差画像として記録する。

(2) これまでの処理方法では、内視鏡の全ての動きに対応することが困難であったため、動画から静止画を抜き出して処理をしていた。これでは、そこで動画から内視鏡操作による動きを自動解析し、動画から直接 3 次元計測を可能にする方法の開発を行う。

(3) CCD は可視光と赤外光にも反応するので、フィルタによる方法と色分解による方法で波長別に画像解析を行う。

(4) さらに現状の内視鏡では画像素子の解像度が低いので、高画質 CCD デジタルカメラで同様に記録を行う。この際の光源は可視光光源と 800nm~1200nm の波長を持つ LED を用いる。さらに LED を組織に接触させ、散乱光が組織内を通過する。その散乱光による 3 次元計測方法もプログラムを最適化する。

4. 研究成果

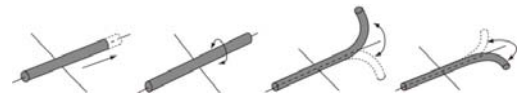
(1) 現状の内視鏡で 3 次元計測が容易に利用できるステレオ法について再検討を行い、完全自動化による方法を開発した。

(2) ステレオ法による 3 次元計測の安定性を改善するための対応点の探索方法の改善により、3 次元再構成の精度が向上した。

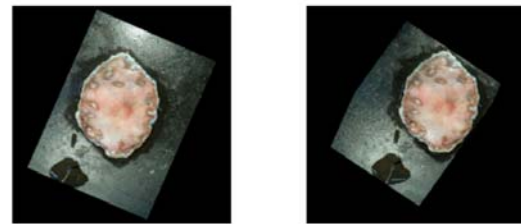
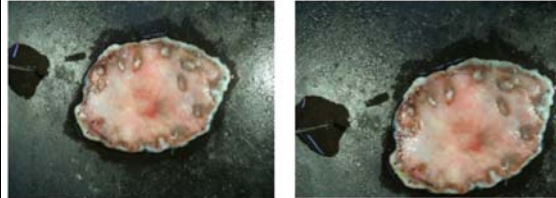
さらに、この検討によって対応点の探索方法によって空間フィルタとなることが分かった。すなわち、パラメータの変更で平滑化フィルタとなり雑音処理にも応用できるが、場合によっては計測精度を劣化させることが分かった。この問題については現在も検討中である。

(3) 内視鏡操作による CCD が格納されてい

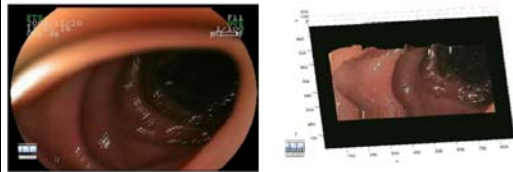
る先端部分の運動を、longitudinal、Rolling、Pitching、Yawing motion に分解し、画像処理により自動的に補正する方法を開発した。この技術によって、内視鏡操作一般に対応できる画像処理が可能となった。



Longitudinal Rolling Pitching Yawing



新アルゴリズムによる粘膜画像の自動補正

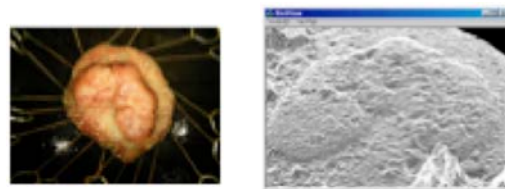


自動補正後の内視鏡動画画像自動 3 次元計測

(4) 照明光の波長別による内視鏡画像の違いを検討するために、これらのデータベースを作成した。これらによって病変の特徴を現在も検討している。

(5) 粘膜組織の 3 次元形状を再構成するためには、色分解により青色系を採用することが良いことが分かった。

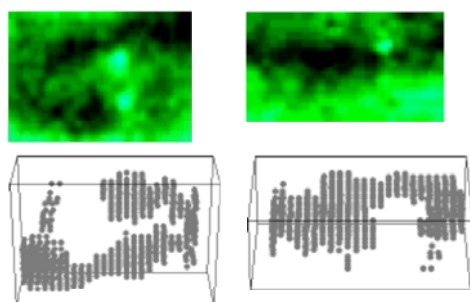
(6) ESD により剥離した粘膜組織を高精度デジタルカメラで撮影したデータベースを構築した。この結果から、理想的な撮影条件パラメータの確立に近づいた。



ESD 切除後の粘膜病変と 3 次元再構成像

(7) 赤外光による粘膜下組織中で毛細血管の 3 次元構造を表示するために論理演算

を用いた方法を確立した。この検討により粘膜下毛細血管を対象とする撮影には800nm付近の波長が最適であることが分かった。さらに深部血管については900nm付近が適していることも結論づけられた。



波長 870nm の近赤外光 LED による画像と毛細血管再構成像

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 13 件)

- ①祝原法大、長倉俊明、高橋佑介、岡崎健司、林拓世、道田知樹、平尾素弘、河原邦光「内視鏡動画像によるステレオマッチング法を用いた 3 次元計測」生体医工学シンポジウム 2008 : CD-ROM、S08-048、2008 年、査読有
- ②川合真子、長倉俊明、祝原法大、山田憲嗣、高橋秀也、道田知樹、河原邦光「内視鏡画像による 3 次元再構成を目的としたステレオマッチング法の精度と取得画素数の影響に関する検討」生体医工学シンポジウム : CD-ROM、S08-160、2008 年、査読有
- ③長倉俊明、祝原法大、高橋佑介、岡崎健司、林拓世、道田知樹、平尾素弘、河原邦光「内視鏡動画像によるステレオマッチング法を用いた 3 次元計測」第 47 回日本生体医工学会大会-明日の医療を支える BME-プログラム・論文集 : CD-ROM、PS1-5-8、2008 年、査読有
- ④長倉俊明、和美直希、河合俊明、大井崇嗣、額田健吾、山田章、池内真志、生田幸士「糖尿病治療用浸透圧駆動のための透過膜特性の検討」生体医工学 : Vol. 46 Suppl. 1、p. 182、2008 年、査読有
- ⑤長倉俊明、祝原法大、高橋佑介、岡崎健

- 司、林拓世、道田知樹、平尾素弘、河原邦光「内視鏡動画像によるステレオマッチング法を用いた 3 次元計測」生体医工学 : Vol. 46 Suppl. 1、p. 138、2008 年、査読有
- ⑥高橋佑介、長倉俊明、岡崎健司、林拓世、道田知樹、平尾素弘、河原邦光「内視鏡画像による三次元計測のための研究」電気情報通信学会 信学技報 IEICE Technical Report : MBE2007-58 (2007-10)、pp. 31-34、2007 年、査読無
- ⑦ Toshiaki Nagakura, Kenji Okazaki, Tomoki Michida, Motohiro Hirao, Masako Kawai 「The Study for Automatic 3D Reconstruction of Endoscopic Video Image」Second International Conference on Innovative Computing, Information and Control, CD-ROM B18-05(4p)、2007 年、査読有
- ⑧岡崎健司、長倉俊明、林拓世、野上真子、河原邦光、道田知樹、平尾素弘「内視鏡動画像からの 3 次元画像再構成のための研究」日本生体医工学会誌 : Vol. 45-Suppl. 1、p. 287、2007 年、査読無
- ⑨ Toshiaki Nagakura, Tomoki Michida, Motohiro Hirao, Kunimitsu Kawahara, Kenji Yamada 「The study of three-dimensional measurement from an endoscopic images with stereo matching method.」IMAGE PROCESSING AND BIOMEDICINE, Volume 20pp. 289-292. 2007 年、査読有
- ⑩ Toshiaki Nagakura, Tomoki Michida, Motohiro Hirao, Kunimitsu Kawahara, Kenji Yamada 「The study of three-dimensional measurement from an endoscopic images with stereo matching method.」World Automation Congress (WAC) 2006, CD-ROM, Volume5, ifmip_221. 2006、査読有
- ⑪岡崎健司、長倉俊明、元永善大、林拓世、道田知樹、平尾素弘、河原邦光「内視鏡動画像からの 3 次元画像再構成のための研究」電子情報通信学会技術研究報告 : Vol. 106-No. 406、pp. 45-48、2006 年、査読有
- ⑫長倉俊明、元永善大、岡崎健司、林拓世、道田知樹、平尾素弘「赤外光を用いた粘膜内部診断のための研究」第 27 回バイオメカニズム学術講演会 : SOBIM2006 予稿集、

pp. 125-126、2006 年、査読有

⑬ 長倉俊明、安井智彦、道田智樹、平尾素宏、河原邦光「医用工学による内視鏡技術への提案一般的内視鏡による胃粘膜 3 次元計測のための検討」生体医工学：第 44 巻、p. 188、2006 年、査読有

〔学会発表〕（計 6 件）

① 祝原法大、長倉俊明、高橋佑介、岡崎健司、林拓世、道田知樹、平尾素弘、河原邦光「内視鏡動画像によるステレオマッチング法を用いた 3 次元計測」生体医工学シンポジウム、2008 年 9 月 19 日、大阪府豊中市、大阪大学基礎工学部

② 川合真子、長倉俊明、祝原法大、山田憲嗣、高橋秀也、道田知樹、河原邦光「内視鏡画像による 3 次元再構成を目的としたステレオマッチング法の精度と取得画素数の影響に関する検討」生体医工学シンポジウム、2008 年 9 月 19 日、大阪府豊中市、大阪大学基礎工学部

③ 長倉俊明、祝原法大、高橋佑介、岡崎健司、林拓世、道田知樹、平尾素弘、河原邦光「内視鏡動画像によるステレオマッチング法を用いた 3 次元計測、第 47 回日本生体医工学会大会-明日の医療を支える BME-、2008 年 5 月 8 日、兵庫県神戸市、神戸国際会議場 P 会場

④ 高橋佑介、長倉俊明、岡崎健司、林拓世、道田知樹、平尾素弘、河原邦光「内視鏡画像による三次元計測のための研究」ME とバイオサイバネティクス研究会、2007 年 10 月 11 日、大阪府四條畷市、大阪電気通信大学四條畷キャンパス

⑤ Toshiaki Nagakura, Kenji Okazaki, Tomoki Michida, Motohiro Hirao, Masako Kawai 「The Study for Automatic 3D Reconstruction of Endoscopic Video Image」Second International Conference on Innovative Computing, Information and Control, Sep 6th 2007. Kumamoto, Japan, Kumamoto City International Center

⑥ 岡崎健司、長倉俊明、林拓世、野上真子、河原邦光、道田知樹、平尾素弘「内視鏡動画像からの 3 次元画像再構成のための研究」第 46 回日本生体医工学会大会、2007 年 4 月 27

日、宮城県仙台市、仙台国際センター

6. 研究組織

(1) 研究代表者

長倉 俊明 (NAGAKURA TOSHIAKI)
大阪電気通信大学・医療福祉工学部・教授
40288577

(2) 研究分担者

新川 拓也 (NIIKAWA TAKUYA)
大阪電気通信大学・医療福祉工学部・准教授
50340641

石原 謙 (ISHIHARA KEN)
愛媛大学・医学部・教授
20304610

(3) 連携研究者

なし