

平成 21 年 5 月 8 日現在

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2007～2008

課題番号：19500380

研究課題名(和文) CT画像との融合のための管腔臓器内視鏡画像全体化の研究

研究課題名(英文) Processing an opened image tubular organs from endoscopic video image for fusion with CT image.

研究代表者

五十嵐 辰男 (IGARASHI TATSUO)

千葉大学・フロンティアメディカル工学研究開発センター・教授

研究者番号：70302544

研究成果の概要：本研究により、管腔内を移動する内視鏡のビデオ映像から精度の高い立体情報を抽出する新しい手法が確立できた。また単眼内視鏡による1枚の写像の輝度値を距離情報に変換し、視差をもつ2枚の画像を作成することで立体視を可能にする技術を開発した。また作成した画像に適当な変形を施す手法も確立した。この技術を腹腔鏡映像に応用することで、腹腔鏡手術において、術前のCT画像を変形し、腹腔鏡画像に重ねて、主要な血管などの構造物の位置を見出すナビゲーションシステムが確立できた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,600,000	780,000	3,380,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・医用生体工学、生体材料学

キーワード：内視鏡画像、立体画像、全体画像、管腔臓器、腹腔鏡、CT画像、異種画像の融合

1. 研究開始当初の背景

CT画像から擬似的な内視鏡画像を作る手法が広く臨床的に試みられるようになったが、実際の内視鏡画像と比べると解像度が劣り、色彩情報を欠く。CT画像と実際の内視鏡画像を融合すれば、管腔臓器の内面を精細かつ立体情報を含んだ画像として表示することが可能であるが、手技上の制約が多い。この問題点を解決するひとつの試案として、別な日に取得した画像から別々に全体画像を作成し、ランドマークをそろえて合成する手法を提案した。われわれは管腔内を移動する内視

鏡の映像から自動的に立体的な全体画像を作成する手法を開発した。しかしこの方法には画質の向上と内視鏡の位置情報の付与という課題が残っていた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、CT画像から得た仮想内視鏡画像と、通常の内視鏡による実画像から作成した全体画像を融合させることであり、その核心部は内視鏡ビデオ映像から作成する全体画像の精度を向上させることである。さらに複数の異種画像を融合するためには、適

当な変形と対応点の抽出が必要であり、この部分の本研究のサブテーマとした。

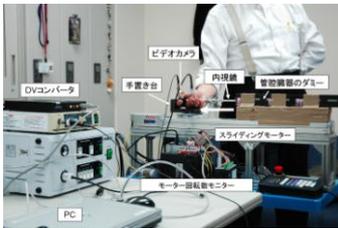
3. 研究の方法

本研究は以下の方法によった。

- ① 内視鏡の動きをモニターする機構の試作とそれによる全体画像の補正
- ② 内視鏡のビデオ映像中の関心領域から各ピクセルの輝度を抽出し、 γ 補正の後、内視鏡と対象物との相対距離を算出することで、より正確な立体座標を算出
- ③ 臓器のような軟性物の変形アルゴリズムをもちいた全体画像の変形手法の確立
- ④ CT画像から得た仮想内視鏡による全体画像との融合と仮想空間での評価。

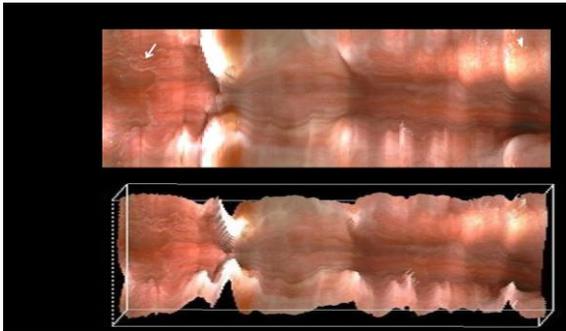
4. 研究成果

- ①内視鏡を駆動する直動装置を作成し、内視鏡の動きと、内視鏡ビデオ映像による全体画像作成を同期させるシステムを構築した(右上図)。



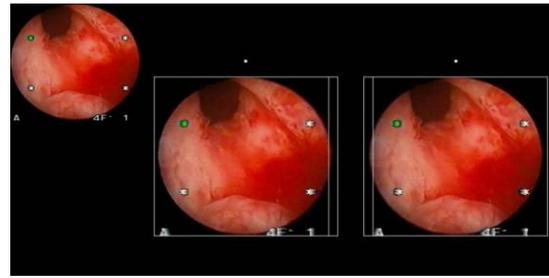
この装置により精度の高い画像を得ることができ、特許出願をした。

- ②内視鏡ビデオ画像のピクセル輝度情報を補正し、相対的な立体情報を抽出する技術を確認し、対応点の設定方法に自由度が高まった(下図)。



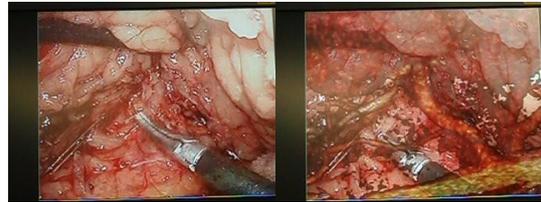
上：食道の全体画像、下：立体表示画像

- ③内視鏡映像から立体情報を抽出する研究過程から、従来の単眼内視鏡画像をそのまま立体表示する手法を確認し、特許出願をおこなった(下図)。



左上：元画像、中央：右目用画像、右：左目用画像

- ④CT画像との融合に十分な画像を提供することができた。しかし、CTによる仮想内視鏡画像の画質に問題があり、精度などの問題から融合画像作成の自動化には至っていない。
- ⑤一方この技術を腹腔鏡画像に応用し、CT画像を変形させて手術中に腹腔鏡映像と合成し、腹腔鏡手術ナビゲーションシステムを作成することができた(下図)。



左：腹腔鏡実画像、右：立体CT画像合成画像(腎動脈の位置が示される。)

この手法は学内倫理委員会の承認のもと、臨床試験を行なっている。

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 22 件)

- ① Igarashi T, Suzuki H, Naya Y. Computer-based image processing technology for endourology and laparoscopic surgery. Int J Urol, DOI:10.1111/J.1442-2042.2009.02258.x, 2008, 査読有。
- ② Naya Y, Araki K, Kawamura K, Kamijima S, Imamoto T, Nihei N, Suzuki H, Ichikawa T, Igarashi T. Usefulness of panoramic views for novice surgeons doing retroperitoneal laparoscopic nephrectomy. Int J Urol, 16, 177-180, 2009, 査読有。
- ③ Igarashi T, Zenbutsu S, Yamanishi T, Naya Y. Three-dimensional image processing system for the ureter and urethra from endoscopic video. J Endourol, 22, 1569-1572, 2008, 査読有。
- ④ 五十嵐辰男、納谷幸男。新しい内視鏡および腹腔鏡画像処理法と泌尿器科への応

- 用,臨床泌尿器科, 62, 647-657, 2008, 査読有。
- ⑤ 牛木卓, 松隈ちひろ, 小石毅, 中口俊哉, 津村徳道, 三宅洋一. VR 腹腔鏡下手術トレーニングシステムのための複数の構造梁を用いたリアルタイム臓器変形モデル, VR 医学, 6, 43-50, 2008, 査読有。
- ⑥ Mitsuhashi N, Kimura F, Shimizu H, Imamaki M, Yoshidome H, Ohtsuka M, Kato A, Yoshitomi H, Nozawa S, Furukawa K, Takeuchi D, Takayashiki T, Suda K, Igarashi T, Miyazaki Y. Usefulness of intraoperative fluorescence imaging to evaluate local anatomy in hepatobiliary surgery. J Hepatobiliary Pancreat Surg, 15, 508-514, 2008, 査読有。
- ⑦ Ito K, Nakazawa H, Marumo K, Ozono S, Igarashi T, Shinohara N, Fukuda M, Tsushima T, Naito S, Hayakawa M. Risk factors for ipsilateral adrenal involvement in renal cell carcinoma. Urology, 72, 354-358, 2008, 査読有。
- ⑧ 五十嵐辰男, 膀胱癌と尿路結石. 腎臓, 31, 51-55, 2008, 査読なし。
- ⑨ 松崎弘志, 清水英一郎, 鈴木孝雄, 五十嵐辰男. 前立腺・精嚢合併切除にて根治手術を施行し5年生存を得られた直腸癌の1例. 日本消化器外科学会雑誌, 41, 1994-1999, 2008, 査読有。
- ⑩ 五十嵐辰男. 管腔臓器の展開画像による全体画像. メビオ, 25(No.1), 14-19, 2008, 査読無。
- ⑪ 五十嵐辰男. 内視鏡画像の立体化. メビオ, 25(No.2), 8-13, 2008, 査読無。
- ⑫ 納谷幸男, 五十嵐辰男. 全体画像の腹腔鏡への応用: 後腹膜臓器. メビオ, 25(No.3), 6-11, 2008, 査読無。
- ⑬ 牧野治文, 五十嵐辰男. 内視鏡全体画像の応用: 大腸. メビオ, 25(No.4), 112-115, 2008, 査読無。
- ⑭ 麦谷荘一, 大園誠一郎, 五十嵐辰男. 内視鏡全体画像の応用: 上部尿路. メビオ, 25(No.5), 6-11, 2008, 査読無。
- ⑮ 山西友典, 龍宮克尚, 吉田謙一郎, 金水英俊, 小瀧隆英, 五十嵐辰男. 内視鏡全体画像の応用: 下部尿路. メビオ, 25(No.6), 6-13, 2008, 査読無。
- ⑯ 納谷幸男, 五十嵐辰男, 牧野治文. 内視鏡全体画像の腹腔鏡手術への応用: 腹腔内操作. メビオ, 25(No.7), 110-115, 2008, 査読無。
- ⑰ 五十嵐辰男, 田中元, 牧野治文, 井上雅仁. 内視鏡全体画像の応用: 消化管への応用. メビオ, 25(No.8), 106-113, 2008, 査読無。
- ⑱ Marumo K, Kanayama H, Miyao N, Nakazawa H, Ozono S, Horie S, Nagamori S, Igarashi T, Hasegawa M, Kimura G, Nakao M, Nakamoto T, Naito S and The Japanese Study Group against Renal Cancer. Prevalence of renal cell carcinoma: a nation-wide survey in Japan. 14, 479-482, 2007, 査読有。
- ⑲ Naya Y, Tobe T, Suyama T, Araki K, Komiya A, Suzuki H, Igarashi T, Ichikawa T. The efficacy and safety of laparoscopic nephrectomy in patients with three or more comorbidities. Int J Urol, 14, 17-20, 2007, 査読有。
- ⑳ Senga Y, Ozono S, Nakazawa H, Nagamori S, Marumo K, Horie S, Onishi T, Miyao N, Nakao M, Igarashi T, Tsushima T, Hasegawa M, Murai M; Japanese Society of Renal Cancer. Surgical outcomes of partial nephrectomy for renal cell carcinoma: a joint study by the Japanese Society of Renal Cancer. Int J Urol, 14, 284-288, 2007, 査読有。
- ㉑ Igarashi T, Makino H, Nakaguchi T, Miyake Y. A new laparoscopic system designed to electrically track targets. Jpn J Endourol ESWL, 20, 74-78, 2007, 査読有。
- ㉒ Tamura T, Tsumura N, Nakaguchi T, Miyake M. Spring-bead Animation of Viscoelastic Materials. IEEE Computer Graphics & Applications, 27, 87-93, 2007, 査読有。
- [学会発表] (計 24 件)
- ① Naya Y, Zenbutsu S, Sugimoto M, Araki K, Nakamura K, Kobayashi M, Kamijima S, Nihei N, Suzuki H, Ichikawa T, Igarashi T. Combination of 3D-CT volume rendering image and fusion with live video during operation. 2008年11月30日、上海、中国。
- ② Naya Y, Imamoto T, Araki K, Utsumi T, Kawamura K, Kamiya N, Nihei N, Suzuki H, Ichikawa T, Igarashi T. Outcomes of laparoscopic surgery for pheochromocytoma. WCES2008 (World Congress of Endoscopic Surgery) (Sept 2008, Yokohama, Japan)
- ③ 納谷幸男, 仲村和芳, 上島修一, 神谷直人, 荒木千裕, 今本敬, 二瓶直樹, 鈴木啓悦, 市川智彦, 五十嵐辰男. 術中術者による3DCT画像合成を用いた手術ナビゲーションの試み。第22回日本Endourology & ESWL学会, 2008年11月12日, 大阪市。
- ④ Igarashi T, Zenbutsu S, Naya Y. Reconstruction of Three Dimensional

- Structure of the Urethra from Endoscopic Video Image. ICS 2008 (International Continence Society) 2008年10月22日, Cairo, Egypt.
- ⑤ Igarashi T, Naya Y, Nakamura K, Awa Y, Kinsui H, Yamanishi T. Angulation of the prostatic urethra is related to voiding symptoms in benign prostatic hyperplasia. ICS 2008 (International Continence Society) 2008年10月22日, Cairo, Egypt.
- ⑥ 納谷幸男、荒木千裕、仲村和芳、小林将行、上島修一、今本敬、鈴木啓悦、市川智彦、五十嵐辰男。腹腔鏡下腎盂形成術における術前ステント留置の影響の検討 第73回日本泌尿器科学会東部総会、2008年9月19日、東京都。
- ⑦ 五十嵐辰男、納谷幸男、前佛聡樹、三宅洋一。内視鏡におけるパノラマ画像の可能性。牧野治文、第21回日本内視鏡外科学会総会、平成20年9月2日、横浜市。
- ⑧ 納谷幸男、今本敬、荒木千裕、内海孝信、川村幸治、神谷直人、二瓶直樹、鈴木啓悦、市川智彦、五十嵐辰男。褐色細胞腫に対する腹腔鏡下手術の検討。第21回日本内視鏡外科学会総会、平成20年9月2日、横浜市。
- ⑨ 小林将行、納谷幸男、神谷直人、阿波裕輔、市川智彦、前佛聡樹、五十嵐辰男。上部尿路結石症男性患者における内臓脂肪面積の検討。第21回日本尿路結石症学会総会、2008年8月29日、堺市。
- ⑩ 五十嵐辰男、納谷幸男、大西哲郎、長雄一、山西友典、仲村和芳、阿波裕輔、市川智彦。内視鏡による前立腺部尿道の立体形状の抽出手法と排尿障害の考察。第96回日本泌尿器科学会総会、2008年4月26日、横浜市。
- ⑪ 荒木千裕、五十嵐辰男、仲村和芳、上島修一、納谷幸男、市川智彦。再発腎癌におけるIAP倍加時間の予後因子としての有用性の検討 第96回日本泌尿器科学会総会、2008年4月26日、横浜市。
- ⑫ 納谷幸男、荒木千裕、五十嵐辰男、他。腹腔鏡手術におけるパノラマ画像の有用性 日本医工学治療学会第24回学術大会。2008年4月19日、千葉市。
- ⑬ 五十嵐辰男、納谷幸男、牧野治文。電子的ぶれ補正を応用した単眼内視鏡による立体視とその効果。日本医工学治療学会第24回学術大会。2008年4月19日、千葉市。
- ⑭ 五十嵐辰男、納谷幸男、大西哲郎、長雄一、山西友典、仲村和芳、阿波裕輔、市川智彦。管腔臓器内視鏡画像自動展開手法による前立腺部尿道画像診断。日本医工学治療学会第24回学術大会。2008年4月19日、千葉市。
- ⑮ 五十嵐辰男、納谷幸男、本間澄恵、長雄一。内視鏡立体画像による後部尿道弁局在診断。日本医工学治療学会第24回学術大会、2008年4月19日、千葉市。
- ⑯ Igarashi T, Naya Y, Yamaguchi K, Makino H. Depth perception by movement parallax in laparoscopic surgery: when and for whom? SAGES 2008 (Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons.) 2008年4月11日, Philadelphia, USA.
- ⑰ Igarashi T, Zenbutsu S, Sekine M, Naya Y, Tanaka H, Makino H. Opened picture of the colon with 3D information from endoscopic image- a preliminary report-. SAGES 2008 (Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons.) 2008年4月11日, Philadelphia, USA.
- ⑱ Igarashi T (Invited speaker). Image displace: panoramic and 3D image displaying system for conventional endoscope and laparoscope. 4th East Asian Symposium of Endourology. 2007年12月15日、香港、中国。
- ⑲ 納谷幸男、牧野治文、五十嵐辰男、他。フロンティアメディカルセンターにおける腹腔鏡手術支援の試み-術中パノラマ画像の使用。第21回日本Endourology&ESWL学会、2007年11月27日、東京都。
- ⑳ Igarashi T, Naya Y, Nakamura K, Araki K, Yamanishi T, Makino H, Ichikawa T. An opened and flattened picture of the ureter and urethra processed from ureteroscopy or cystourethroscopic video image. 25th World Congress of Endourology and SWL, 2007年11月2日 Cancun, Mexico.
- ㉑ Igarashi T, Naya Y, Makino H. Depth perception by movement parallax for laparoscopic surgery. 25th World Congress of Endourology and SWL, 2007年11月2日 Cancun, Mexico.
- ㉒ Naya Y, Nakamura K, Araki K, Kawamura K, Kamijima S, Suzuki H, Makino H, Ichikawa T, Igarashi T. The efficacy of panoramic view for novice in laparoscopic nephrectomy. 25th World Congress of Endourology and SWL, 2007年11月1日 Cancun, Mexico.
- ㉓ 五十嵐辰男、納谷幸男、大西哲郎、長雄一、阿波裕輔、山西友典、市川智彦、丸岡正幸。内視鏡全体画像による新しい尿路画像診断法の提唱。第72回日本泌尿器科学会東部総会。2007年8月30日、

- 札幌市。
- ⑭ 納谷幸男、荒木千裕、上島修一、仲村和芳、今本敬、鈴木啓悦、市川智彦、五十嵐辰男 腹腔鏡下腎部分切除におけるラデュウスサージカルシステムの使用経験 第72回日本泌尿器科学会東部総会。2007年8月31日、札幌市。

[図書] (計1件)

五十嵐辰男 (分担執筆)、新しい尿路結石症の診断・治療：積極的治療、開放手術、277ページ中7ページ、メジカルビュー社、2009年。

[産業財産権]

○出願状況 (計3件)

- ①名称：3次元画像構築装置及び方法並びにプログラム。

発明者：五十嵐辰男、前佛聡樹

権利者：国立大学法人千葉大学。

種類：特許

番号：PCT/JP2007/061100。

出願年月日：2007年5月30日

国内外の種類：海外。

- ②名称：立体画像作成装置及び方法並びに内視鏡検査システム。

発明者：五十嵐辰男、前佛聡樹、宮武哲也。

権利者：国立大学法人千葉大学。

種類：特許

番号：特願2008-261965。

出願年月日：平成20年10月8日

国内外の種類：国内

- ③名称：内視鏡搬送装置及びそれを用いた内視鏡システム。

発明者：五十嵐辰男、前佛聡樹、関根雅。

権利者：国立大学法人千葉大学。

種類：特許

番号：特願2008-284415。

出願年月日：平成20年11月5日

国内外の種類：国内

[その他]

ホームページ

<http://www.cfme.chiba-u.jp/bumon/syujutu/bumon3.htm>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

五十嵐辰男 (IGARASHI TATSUO)

千葉大学・フロンティアメディカル工学研究開発センター・教授

研究者番号：70302544

(2) 研究分担者

津村徳道 (TSUMURA NORIMICHI)

千葉大学・大学院融合科学研究科・准教授

研究者番号：00272344

中口俊哉 (NAKAGUCHI TOSHIYA)

千葉大学・大学院融合科学研究科・助教

研究者番号：20361412