

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月31日現在

機関番号：14501

研究種目：若手研究（A）

研究期間：2010～2011

課題番号：22689037

研究課題名（和文）光学的力学的センシング技術による実時間的画像誘導手術システムの開発

研究課題名（英文）Realtime image guided surgical navigation system using optical mechanical sensing technology

研究代表者

杉本真樹（SUGIMOTO MAKI）

神戸大学・大学院医学研究科・特命講師

研究者番号：70398733

研究成果の概要（和文）：生体内管腔臓器の撮像を鮮明化できる新たな MDCT・MRI 撮像法を応用し、画像データをコンピュータ解析して臓器を三次元的に再構築し、磁場式センサにより手術治療中に生じる手術器具位置や臓器位置を検出し、補正できる画期的な実時間的画像支援装置の開発をおこなった。さらに治療機器の動作を加えて支援画像内へ重畳表示し、同時に治療目的部位へ立体的に投影表示する実時間的画像誘導治療システムを構築した。これらを同期し実時間表示できる画像誘導治療システムの試作品を作成し、動物実験にてその有用性を確認した。さらに術者の習熟レベルにあわせた達成度評価システムを構築し、ラーニングカーブの評価ができた。

研究成果の概要（英文）：We developed real time image guided surgical navigation system using optical mechanical sensing technology. By using this surgical navigation systems we can make registration between these systems and the objective organs in the operative field precisely. The experimental result shows that the error on the registration between image data and the actual surgery system is low enough to fulfill the requirement of surgical system in the use of high-resolution image data. This system realizes the safe, precise and minimally invasive surgery by the combination of intra-operative diagnosis and advanced therapeutic device. Optical and mechanical tracking of surgical instruments and simultaneous registration of organ position is feasible in valuable surgery and medical education.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	6,200,000	1,860,000	8,060,000
2011年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
年度			
総計	7,600,000	2,280,000	9,880,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：外科系臨床医学・消化器外科学

キーワード：手術ナビゲーション

1. 研究開始当初の背景

現在の画像診断は、一般的に実質臓器や管腔臓器など標的の臓器をそれぞれ個別に撮影することが一般的である。近年はCT, MRI などのコンピュータ画像診断装置により得られた画像情報を、二次的三次的に重ね合わせることが可能となったが、画像処理に時間的、技術的、経済的に甚大な労力を要し、その反面臨床現場では完成した静止画をモニター上で参照する程度にとどまっている。さらにコンピュータのハード、ソフト面や技術者の技量などに施設間格差があり、その性能を十分生かした統合画像が得られるとは限らない。そこで当主任研究者は、二酸化炭素を陰性造影剤として管腔内投与し管腔臓器を明瞭に描出し、同時に血管内造影剤を投与して高解像度 MDCT・MRI 診断を可能にする立体的統合撮影法を考案した。さらにこれを治療患部へ重畳表示する画像ナビゲーションの有用性を報告した。

2. 研究の目的

これまでに構築した画像支援システムに、治療中の変化に対応した双方向性を加え発展させ、光学的センサにて治療による臓器の構造変化を検出し、支援画像へフィードバックさせるシステムを開発し、さらに治療機器に装着可能な小型モーションセンサを製作し、手術器具や内視鏡へ装填させ、その動作を数値化してナビゲーションコンピュータに転送し画面上へ重畳表示する画像支援装置を開発し、これらを同期し実時間表示できる画像誘導治療システムの開発を目的とした。

3. 研究の方法

コンピュータワークステーションと医用画像解析ソフトウェア（オープンソースのDICOMビューワアプリケーションOsiriXなど）を用いMDCT・MRI から得たデータを仮想現実解剖へ立体構築し画像支援とした。これに手術器具や患者位置の位置情報を統合するため、光学的センサ（赤外線センサ）および磁気式センサにより手術治療中の変化に対応できる、双方向的画像支援装置を開発した。さらに加速度センサ、ジャイロセンサを用い、これらの形状位置情報の計算結果を支援画像へ反映させる実時間的画像誘導治療システムを構築した。この際に必要な治療機器に装着可能な小型センサ（加速度センサとジャイロセンサ）を開発した。さらに治療機器の動作を加えて支援画像内へ重畳表示し、同時に治療目的部位へ立体的に投影表示する実時間的画像誘導治療システムを構築した。

4. 研究成果

これらを同期し実時間表示できる画像誘導治療システムの試作品を作成し、動物実験による内視鏡手術、腹腔鏡手術、ロボット支援手術にて評価し、その有用性を証明した。さらに術者の習熟レベルにあわせた達成度評価システムを構築し、ラーニングカーブの評価ができた。その成果は下記などで公開した。

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18件）

1. Sugimoto M, Koichi Tanaka K, Yuichiro Matsuoka, Mari Man-i, Yoshinori Morita, Shinwa Tanaka, Shoko Fujiwara, Takeshi Azuma. da Vinci robotic single-incision cholecystectomy and hepatectomy using single-channel GelPort access. J Hepatobiliary Pancreat Sci.18(4) 493-8, 2011 (Epub 11 Apr 13) (査読あり)
2. Sugimoto M. Recent advances in visualization, imaging, and navigation in hepatobiliary and pancreatic sciences. J Hepatobiliary Pancreat Surg. 17 (5) 574-576, 2010. (Epub 2009 Oct 6). (査読あり)
3. Sugimoto M, Yasuda H, Koda K, et al. Carbon dioxide-enhanced virtual MDCT cholangiopancreatography. J Hepatobiliary Pancreat Surg. 17 (5) 601-610, 2010. (Epub 2009 Oct 6). (査読あり)
4. Sugimoto M, Yasuda H, Koda K, et al. Image overlay navigation by markerless surface registration in gastrointestinal, hepatobiliary and pancreatic surgery. J Hepatobiliary Pancreat Surg. 17 (5) 629-636, 2010. (Epub 2009 Oct 20). (査読あり)
5. Volonté F, Sugimoto M, Morel P, et al. Augmented reality and image overlay navigation with OsiriX in laparoscopic and robotic surgery: not only a matter of fashion. J Hepatobiliary Pancreat Sci.18(4)506-9, 2011. (Epub 2011 April 13) (査読あり)
6. 杉本真樹, 七戸俊明, 近藤哲. 海外における臨床医学の教育研究を目的としたcadaver trainingに関する調査報告. 日本外科学会雑誌 112(4) 273-279, 2011. (査読あり)

7. 杉本真樹, 東健. 3D画像ナビゲーションと臓器立体モデルによる手術支援とシミュレーション. 臨床外科 67(7), 2012 (in press) (査読なし)
 8. 杉本真樹. 生体質感造形Bio-Texture Modeling™とOsiriXを用いた臓器立体モデルによる手術ナビゲーションと触力覚手術シミュレーション. 消化器外科 35(1)101-108, 2012. (査読なし)
 9. 杉本真樹. iPadで情報共有し「医療鎖国」を解放しよう. 医療タイムス No. 2010 (2011年5月2・9日号), 10, 2011. (査読なし)
 10. 杉本真樹. “医領”解放構想による医療イノベーション:スマートデバイスがもたらす医療3.0. 新医療38(4)137-140, 2011. (査読なし)
 11. 杉本真樹. iPadやiPhoneなどのツールで医療者・患者さんの情報共有を進め「医領解放」を実現して医療が抱える課題を解決する. INNERVISION 26(2)26-27, 2011. (査読なし)
 12. 杉本真樹. Tablet PC とPACS 連携による医療クラウドコンピューティング: OsiriX for iPad cloud medicine. RadFan 9(8) 45-49, 2011. (査読なし)
 13. 杉本真樹. 医療3.0 携帯情報通信端末 iPhone/iPadがもたらす次世代医療. 看護学雑誌74(12)18-23, 2010. (査読なし)
 14. 杉本真樹. ロボット手術、NOTESにおける実時間的手術ナビゲーション. Surgery Frontier 17(3)234-243, 2010. (査読なし)
 15. 杉本真樹. OsiriX for mobile teleradiology. RadFan 8(1)58-60, 2010. (査読なし)
 16. 杉本真樹, 久津見弘, 東健, 他. NOTESの画像支援診断と電磁力的手術ナビゲーションシステム. 消化器内視鏡 22(10)1691-1697, 2010. (査読なし)
 17. 杉本真樹. OsiriX による胆道疾患の画像診断と二酸化炭素 MDCT 仮想膵胆道造影. 臨床消化器内科 25(12)1591-96, 2010. (査読なし)
 18. 杉本真樹. 外科医主導型手術ナビゲーションOsiriXの開発: 次世代低侵襲手術 NOTES, SPS, ロボット手術の展望. Medical Torch 6(1)28-31, 2010. (査読なし)
- [学会発表] (計 23 件)
1. 杉本真樹, ほか. 生体質感造形による立体複製臓器と光学的電磁力的センシングを統合した実時間的手術支援システムの開発. 第 20 回 日本コンピュータ外科学会大会. 2011 年 11 月 23 日 東京.
 2. 杉本真樹, ほか. 没入型遠隔画像支援による手術支援ロボット da Vinci navigation system の開発. 第 3 回日本ロボット外科学会学術集会 2010 年 12 月 3 日 福岡
 3. 杉本真樹, ほか. 手術支援ロボットにおけるナビゲーション技術開発. 第 3 回日本ロボット外科学会学術集会 2010 年 12 月 3 日 福岡
 4. 杉本真樹, ほか. OsiriX Stereo 3D 可視化技術と光学的電力的センシングを統合したリアルタイムロボット手術ナビゲーションシステムの開発. 第 19 回日本コンピュータ外科学会大会 2010 年 11 月 3 日 福岡
 5. 杉本真樹, ほか. 次世代低侵襲手術 (SPS/SILS, NOTES, Robotic surgery) における needle device の可能性. 第 4 回 Needlescopic surgery meeting 2010 年 10 月 30 日 東京
 6. Sugimoto M, et al. Stereo-3D navigated interventional EUS and NOTES using magnetic resonance endoscopy and magnetic scope detection system. 18th United European Gastroenterology Week 2010 年 10 月 25 日 Barcelona, (Spain)
 7. 杉本真樹, ほか. Stereo 3D 立体視ナビゲーションによる次世代低侵襲手術: NOTES, SPS, robotic surgery. 第 23 回日本内視鏡外科学会総会 2010 年 10 月 18 日 横浜
 8. 杉本真樹, ほか. 経管腔の内視鏡追従型ナビゲーションシステムの開発. 平成 21 年度 NOTES 研究会研究助成課題報告. 第 4 回 NOTES 研究会 2010 年 10 月 17 日 横浜
 9. 杉本真樹, ほか. 経管腔の内視鏡追従型ナビゲーションシステムの開発と多施設評価. 第 4 回 NOTES 研究会 2010 年 10 月 17 日 横浜
 10. 杉本真樹, ほか. OsiriX Stereo 3D system による立体視手術シミュレーションと robotic surgery JDDW 2010 日本消化器外科学会大会 2010 年 10 月 16 日 横浜
 11. 杉本真樹, ほか. OsiriX とモバイル情報端末 iPad/iPhone による Stereo 3D 立体視手術ナビゲーションと次世代低侵襲手術: NOTES, SPS, robotic surgery. 第 5 回肝癌治療シミュレーション研究会 2010 年 9 月 25 日 東京
 12. 杉本真樹, ほか. モバイル情報端末と医療クラウドによる救命医療新戦略. 第 25 回日本救命医療学会総会 2010 年 9 月 11 日 神戸

13. 杉本真樹, ほか. 欧米における NOTES/SPS および Robotic surgery 関連機器開発とナビゲーションシステム開発第65回日本消化器外科学会総会 2010年7月15日下関
14. Sugimoto M, et al. OsiriX surgical navigation system using 3D mixed reality in minimally invasive surgery including NOTES, single incision surgery, and robotic surgery. CARS 2010 Computer Assisted Radiology and Surgery. 2010年6月26日 Geneva, (Swiss)
15. Sugimoto M, et al. Image overlay surgical navigation system using OsiriX for single port endoscopic surgery (SPS), NOTES and robotic surgery. 18th International Congress of the EAES 2010年6月18日 Geneva, (Swiss)
16. 杉本真樹, ほか. OsiriX virtual realityによる肝胆膵手術支援と telementoring e-learning. 第22回日本肝胆膵外科学会 2010年5月27日仙台
17. Sugimoto M, et al. Three dimensional image overlay navigation using magnetic endoscope detection system for NOTES and SILS. ASGE DDW2010. 2010年5月2日 New Orleans, Louisiana, (USA)
18. Carbon dioxide cholangiopancreatography inhibits acute cholangitis and pancreatitis. AGA DDW2010 2010年5月2日 New Orleans, Louisiana, (USA)
19. Sugimoto M, et al. New therapeutic and diagnostic potential of carbon dioxide-insufflated cholangiopancreatography for acute cholangitis and pancreatitis. 9th World Congress of the International Hepato-Pancreato-Biliary Association, IHPBA 2010. 2010年4月19日 Buenos Aires (Argentina)
20. Sugimoto M, et al. Translumenal transparent navigation by OsiriX GPS system in single incision laparoscopic surgery and NOTES. 12th World Congress of Endoscopic Surgery. WCES, SAGES 2010. 2010年4月14日 Maryland (USA)
21. Sugimoto M, et al. Computer guided single incision laparoscopic surgery and NOTES using intraoperative magnetic 3D GPS navigation system. 12th World Congress of Endoscopic Surgery WCES, SAGES 2010. 2010年4月14日 Maryland (USA)
22. Sugimoto M, et al. OsiriX surgical

navigation system using image overlay in NOTES and single port endoscopic surgery 12th World Congress of Endoscopic Surgery WCES, SAGES 2010 2010年4月14日 Maryland (USA)

23. 杉本真樹, ほか. 早期胃癌に対する内視鏡的粘膜下層剥離術 ESD, 経管腔的内視鏡手術 NOTES と単孔式腹腔鏡下手術の標準化と GPS navigation の開発. 第110回日本外科学会定期学術集会 2010年4月8日名古屋

〔図書〕 (計5件)

1. 杉本真樹 (Team 医療 3.0) 著, 編: IT が医療を変える 現場からの課題解決への提言. アスキーメディアワークス, 東京, 2012.
2. 杉本真樹: DVD 3D 臨床解剖アトラス CT・MRI と OsiriX で再構成された動画ライブラリー. メディカ出版, 大阪, 2012.
3. 杉本真樹: 医用画像解析アプリ OsiriX パーフェクトガイド. エクスナレッジ, 東京, 2011.
4. 杉本真樹 (Team 医療 3.0): スマホ, タブレットが変える IT 医療革命. アスキーメディアワークス, 東京, 2011.
5. 杉本真樹著, 編: 医療現場 iPad 実践ガイド. エクスナレッジ, 東京, 2011.

〔産業財産権〕

○出願状況 (計1件)

名称: 3次元造形モデル作製方法、3次元造形モデル作製プログラム、および医用支援ツール

発明者: 杉本真樹, 東健, 渡辺欣一, 嶋田周吉

権利者: 神戸大学, (株)ファソテック

種類: 特許

番号: 特願 2011-078876

出願年月日: 2011/3/31

国内外の別: 国内

○取得状況 (計0件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://researchmap.jp/sugimotomaki/>

<http://www.med.kobe-u.ac.jp/gi/index.htm>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

杉本 真樹 (SUGIMOTO MAKI)

神戸大学・大学院医学研究科・特命講師

研究者番号: 70398733

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし