

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 26 日現在

機関番号：14501
研究種目：挑戦的萌芽研究
研究期間：2011～2012
課題番号：23659613
研究課題名（和文）革新的実時間的自動手術支援ロボットナビゲーションシステムの開発
研究課題名（英文） Development of Innovative real-time automatic navigation system for robotic surgery
研究代表者 杉本 真樹（ SUGIMOTO MAKI ） 神戸大学・医学研究科・特命講師
研究者番号：70398733

研究成果の概要（和文）：

手術支援画像のコンピュータ解析ソフトウェアとモーションセンサを統合し、手術内視鏡画像とナビゲーションと重畳表示させるシステムを開発した。動物実験と試作機製作を行い、動物実験で評価し、有用性を証明した。手術プランニングの情報や術操作指示を遠隔地へ転送し、遠隔操作で同様のナビゲーションやロボット高度医療を可能にする遠隔医療システムの基礎技術を開発した。これらの統合的画像誘導治療システムを開発し、各学会、論文等にて多数報告し、国際的トレーニングコースを開催した。2013年3月現在、本邦で手術支援ロボットdaVinciが保険診療のもと導入され、そのトレーニング・手術シミュレーション・ナビゲーションシステムを開発した。さらなる精度向上と市販可によって国内外でもその重要性が証明されてゆくと考えられた。

研究成果の概要（英文）：

We developed a hybrid real time endoscopic surgical navigation system using motion sensing technology and integrated augmented reality imaging technology. We produced a prototype system and evaluated its usefulness in animal experiments for planning and execution of the endoscopic surgical procedure. We built the telemedicine system that enabled same navigation and robot altitude medical care by transferring these information of surgical planning and instructions of the surgical procedure. We reported this integrated image guided therapeutic navigation systems in many national and international medical societies, articles, and held several training course. These systems are also useful for daVinci robotic surgical navigation and simulation. Further precision improvement and marketing are possible and important in the future.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：外科系臨床医学・外科学一般

キーワード：ロボット工学, ロボット手術, 手術支援, ナビゲーション, シミュレーション

1. 研究開始当初の背景

治療の低侵襲化が進み内視鏡手術が爆発的に普及したが、一定の確立で起こる死亡などの有害事象の回避が必須である。2009年日本で手術支援ロボットが薬事承認されまだ間もないが、すでにロボット手術による本邦死亡例も報告され、安全性確実性の向上が急務である。特に、研究代表者がこれまでに多数報告した、開腹・内視鏡手術のナビゲーション開発および立体的追従画像ナビゲーションと内視鏡位置形状検出装置による統合システムへの社会的要望が高まっている。この課題に対し、すでにロボット手術ナビゲーション統合技術を研究開発中である。ロボット手術研究の確立には、ロボット実機での研究開発と臨床研究の両立が必須である。当申請者の所属関連施設には薬事承認ロボットとして da Vinci SHD 手術支援システムがすでに臨床用、研究用の2機が設置された国内唯一かつ国内最先端の研究施設といえ、この技術を手術支援ロボットの臨床導入が実践できる最適環境である。これは医工産学連携を实践した成果であり、臨床試験から実用まで進展が確実な環境といえる。

2. 研究の目的

本研究は外科手術の安全性確実性を向上する革新的な実時間的自動手術支援ロボットナビゲーションシステムを開発する。手術支援ロボットにて CT, MRI, 超音波にて撮像した生体内臓器を手術支援画像として 3D 表示し、手術中の臓器の歪みを磁気式センサで、ロボットアーム動作を赤外線センサと加速度回転センサで計算し情報を相互に統合制御すること

で、ロボット手術操作を自動化し、手術内視鏡画像を重畳表示する、従来ない最先端治療装置である。

3. 研究の方法

① ナビゲーションシステム機器開発：

手術支援画像のコンピュータ解析ソフトウェアとモーションセンサを開発する。臨床前試験として、生体ブタを用いて空間分解能を検討し、臨床試作品を製作する。

② ロボット制御システム開発：

手術支援ロボットでのモーションセンサーによる手術動作解析ソフトウェアを開発する。これらをナビゲーションと重畳表示させ、且つロボット手術操作へ反映可能な自動手術システムを開発する。動物実験と試作機製作を行い、可能ならば臨床評価を行う。

4. 研究成果

手術支援画像のコンピュータ解析ソフトウェアとモーションセンサを統合し、手術内視鏡画像とナビゲーションと重畳表示させるシステムを開発した。動物実験と試作機製作を行い、動物実験で評価し、有用性を証明した。手術プランニングの情報や術操作指示を遠隔地へ転送し、遠隔操作で同様のナビゲーションやロボット高度医療を可能にする遠隔医療システムの基礎技術を開発した。これらの統合的画像誘導治療システムを開発し、各学会、論文等にて多数報告し、国際的トレーニングコースを開催した。2013年3月現在、本邦で手術支援ロボット da Vinci が保険診療のもと導入され、その手術シミュレーション・ナビゲーションシステムを開発しトレーニングコースを開催した。

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 8 件)

(1) 杉本真樹, 志賀淑之, 東健. 手術支援ロボット da Vinci TilePro マルチコンソールナビゲーションと実体シミュレーション - OsiriX タッチパネルナビと生体質感臓器立体モデル. 臨床泌尿器科 67(5)353-361, 2013. 査読無

(2) 杉本真樹, 東健. 体腔内外超音波 CT 連動型実時間的重畳システムによるハイブリッド内視鏡手術ナビゲーションシステムの開発. 日本コンピュータ外科学会誌 14(3) 360-361, 2012. 査読有

(3) 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・シミュレーション. 臨床外科 67(8)1022-1030, 2012. 査読無

(4) 杉本真樹, 東健. 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. 査読無

(5) Sugimoto M, Tanaka M, Matsuoka Y, et al: da Vinci robotic single-incision cholecystectomy and hepatectomy using single-channel GelPort access. J Hepatobiliary Pancreat Sci.18(4) 493-8, 2011. 査読有

(6) 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. 査読有

[学会発表] (計 15 件)

① 杉本真樹

2013.4.19

米国内視鏡外科学会

Bio-Texture Modeling of digestive organ by multi-material 3D printer: feasibility in therapeutic simulation and navigation
Baltimore, (USA)

② 杉本真樹

2013.4.11

第 113 回日本外科学会総会 特別企画

可視化から可触化へ: Virtual 3D 画像と臓器立体モデルを融合した革新的外科教育 (福岡)

③ 杉本真樹

第 56 回日本形成外科学会総会・学術集会

平成 25 年 4 月 3 日 (水)~4 月 5 日 (金) 京王プラザ

招待講演

可視化から可触化へ: Virtual 3D 画像と臓器立体モデルを融合した革新的手術ナビゲーション

④ 杉本真樹

2013.3.28

沖縄スプリングセミナー 2013

「医療画像アプリ OsiriX と 3D プリンタによ

る生体質感造形の開発」

ザ・ビーチタワー沖縄

⑤ 杉本真樹

2013.3.21

第 13 回薬理学会・臨床薬理学会共催シンポジウム

Tablet情報端末と 3Dプリンターで医学がかわる：可視化・可触化技術による革新的医療教育

福岡国際会議場第 2 会場

⑥ 杉本真樹

2013.2.11

平成 24 年度日本獣医師会 獣医学術学会年次大会

獣医のためのICT医療と医用画像解析アプリ OsiriX

Presentation for Veterinary：これからの獣医に必要なプレゼンテーション思考術

大阪国際交流センター

⑦ 杉本真樹

2013.1.19

日本ロボット外科学会

臓器立体モデルと実時間的三次元位置計測による革新的ロボット手術ナビゲーションシステム

名古屋国際会議場

⑧ 杉本真樹

2012.12.22

日仏合同学術交流フォーラム ストラスブール（フランス）

Innovative minimally invasive surgical simulation and navigation system using Bio-Texture Modeling technology

⑨ 杉本真樹

2012.12.8

第 25 回日本内視鏡外科学会 スポンサーードセミナー

3D 画像 アプリ OsiriX と生体質感造形 Bio-Texture Modeling がもたらす手術支援イノベーション

パシフィコ横浜

⑩ 杉本真樹

2012.12.8

第 25 回日本内視鏡外科学会 要望演題 27

「肝臓・脾臓 ナビゲーションシステム 手術支援システム・トレーニングシステム」

実物大臓器立体モデルによるロボット支援内視鏡手術ナビゲーションと個別化シミュレーション

パシフィコ横浜

⑪ 杉本真樹

2012.12.8

第 25 回日本内視鏡外科学会 特別シンポジウム

Virtual 3D画像と臓器立体モデルを融合した内視鏡手術ナビゲーション

パシフィコ横浜

⑫ 杉本真樹

2012.12.1

第 11 回神戸消化器クラスター研究会 特別講演

『手術ロボット da Vinci S & Si と超音波内視鏡治療を支援する革新的ナビゲーションシステム開発』

クラウンパレス神戸

⑬ 杉本真樹

2012.11.24

第 26 回日本泌尿器内視鏡学会総会シンポジウム 6 「トレーニングとシミュレーション」
ロボット支援内視鏡手術と実物大臓器立体モデル手術支援
仙台国際センター

⑭ 杉本真樹

2012.11.10

第 39 回日本臨床バイオメカニクス学会
3D プリンターによる生体質感造形
Bio-Texture Modeling の新展開
幕張メッセ 国際会議場

⑮ 杉本真樹

2012.10.12

日本消化器外科学会・JDDW2012 シンポジウム 13 肝胆膵手術におけるシミュレーション技術の手術への応用と新展開
生体質感造形 Bio-Texture Modeling による肝胆膵手術シミュレーションと個別化ナビゲーション
神戸国際会議場

6. 研究組織

(1) 研究代表者

杉本 真樹 (SUGIMOTO MAKI)

神戸大学・医学研究科・特命講師

研究者番号：70398733