

## 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25年 6月14日現在

機関番号：24303

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22390270

 研究課題名（和文） マルチタッチ・スクリーンを用いた直感的な胸腔鏡コントロール  
システムの開発

 研究課題名（英文） Intuitive multi-touch screen control system for video-assisted  
thoracoscopic surgery

研究代表者

島田 順一 (SHIMADA JUNICHI)

京都府立医科大学・医学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：60315942

研究成果の概要（和文）：タッチスクリーン画面を直感的に指でなぞるだけで、ロボットがその軌跡を追従するように手術器具を誘導するタッチスクリーン・コントロールシステムを開発した。安定して動作可能なシステム設計を行い、対象から5mmの距離を保って制御可能となった。実際の手術を想定した焼灼実験で操作精度を解析した。初学者と専門医の操作精度に差は認めなかった。専有回線で繋がった遠隔地からも操作可能なことを実証した。

研究成果の概要（英文）：We developed an intuitive touch screen control system for video-assisted thoracoscopic surgery. In this system, a surgical device traces the trajectory of the surgeon's finger motion on a touch screen monitor. We improved a control system for stable performance. The device was controlled 5 mm away from an object. Performance accuracy was analyzed by cauterization experiment as we simulated realistic surgery. The performance of a novice surgeon did not differ from that of an expert. We demonstrated that we could manipulate a robot which was set in the distance using an occupied connection.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成22年度	9,400,000	2,820,000	12,220,000
平成23年度	2,800,000	840,000	3,640,000
平成24年度	2,800,000	840,000	3,640,000
年度			
年度			
総計	15,000,000	4,500,000	19,500,000

研究分野：呼吸器外科

科研費の分科・細目：外科系臨床医学・胸部外科学

キーワード：マルチタッチ・スクリーン、直感的、胸腔鏡手術、ロボット、遠隔医療

## 1. 研究開始当初の背景

患者の身体への負担低減を目的に「内視鏡を用いた低侵襲手術」が急速に普及している。従来の開胸・開腹手術より患者の負担が小さ

いという利点がある一方で、手術視野の狭さや内視鏡操作という新たに執刀医の負担という課題も明らかになってきた。

## 2. 研究の目的

本開発では同時に複数箇所接触到して、それぞれに位置や動きを指示することが可能な「マルチタッチ・スクリーン」をもちいて「直感的」に内視鏡操作をできるようにすることで、低侵襲治療の主軸として世界的に普及してきている内視鏡手術の世界に新しい手術器具操作方法を開発提案し、内視鏡操作時に人間工学の観点から、直感的な操作を可能としての執刀医の負担軽減という課題解決を図るものである。モニターを視て手術を行う世界から、「モニター画面の上で手術をコントロールする」世界を拓きたい。

## 3. 研究の方法

(1) マルチタッチ・スクリーン操作システムの研究開発：ドライラボでの稼働実験を繰り返し、不安定な動作の原因となる事象を抽出しそれらの改善を図ることで、安定して動作するシステムの環境設計を行う。

(2) 操作精度の検討：このシステムを利用して手術を想定した操作を行った際に、その結果を保存して解析できる実験系を構築し、精度の解析を行う。また、手術技能に差のある複数の外科医がこのシステムを操作して手術手技を行った場合の操作精度を比較検討する。

(3) 高速インターネット環境下での双方向通信での遠隔マルチタッチコントロールの検討：実際に動作するロボットコンソールと操作を行うタッチスクリーンコンソールを離れた場所に設置し、これら専用回線で繋ぎ双方向通信で遠隔操作が可能であることを実証する。また、タブレット PC を用いての遠隔操作の実証も行う。

## 4. 研究成果

(1) 動作指標となる緑色のレーザーマーカとAPCによる焼灼位置のずれが、モニター画面上で先端部位の画像抽出の障害となることが判った。システムの動作環境を整備し、対象から5mmの距離を保って安定して制御可能なコントロールシステムを作成した(図1)。

(2) このシステムで制御するロボットアームの先端に実際の手術で用いるAPC焼灼装置を取り付け、図形を焼灼する実験を実施し、システムの精度評価を行った。予め図形をプリントしておいた感熱紙を生理食塩水に浸し導電性をもたせた。操作者はタッチスクリーンモニターに映された感熱紙上の図形の輪郭を指でなぞりAPCで焼灼した。基準となる軌跡と焼灼した軌跡との距離は、直径3cmの円を焼灼した場合で平均約6mm、1辺3cmの正方形を焼灼した場合で平均約5.5mmであった。また、手術経験の浅い初学者と手術経験の豊富な専門医が同様の焼灼実験を行ったところ、いずれも直感的に操作可能であった。基準軌

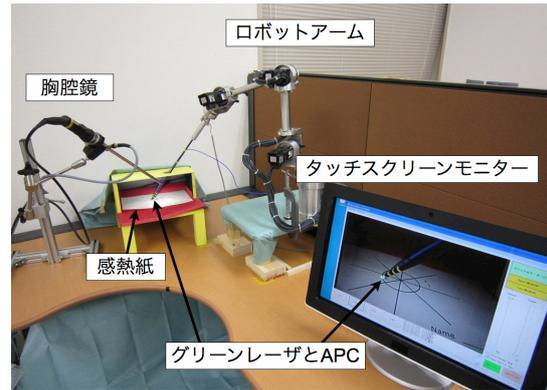


図1. タッチスクリーン・コントロールシステムの概観

跡と焼灼した軌跡との距離を初学者と専門医で比較すると、円と正方形の焼灼実験で計測した32箇所のうち30箇所有意差は認めなかった。このことから、手術操作の際にこのシステムを用いることで手術経験の差を縮小で可能性が示唆された。

(3) 公立山城病院と京都府立医科大学の35km離れた2地点間を京都府管轄の京都デジタルギガ疎水回線を経由し、タッチスクリーン・コントロールシステムの稼働実験を行った。公立山城病院にはロボットコンソールを、京都府立医科大学にはタッチスクリーンコントロール装置を設置し、2地点を専用回線で繋いだ。「Stand Alone Robotics」ともいえる従来のロボット&ナビゲーションシステムから、専用回線を介し空間的に離れた2地点間でタッチスクリーン・ナビゲーションシステムをコントロールできたことは、普及し始めているクラウドコンピューティングの世界に本件システムも対応しうることを実証できたことに意義がある。また、近年急速に利用が広がっているタブレットPCを用いてこのシステムの遠隔操作を試みた。virtual network computingを利用してこのシステムに接続し、同一施設内の約50m離れた場所からタブレットPCのタッチパネル画面を指でなぞって指示することでロボットをゆっくりと追従させることができた。測定した回線速度は共通のLANを用いた場合が6.84Mbps、virtual private networkを介してインターネットを用いた場合が2.48Mbpsであった。

## 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1件)

- ① Junichi Shimada, Kazuhiro Ito, Daishiro Kato, Masanori Shimomura, Hiroaki Tsunozuka, Satoru Okada,

Shunta Ishihara. Intuitive touch panel navigation system through Kyoto Digital Sosui Network. Computer Aided Surgery: Proceedings in Information and Communications Technology, 2012, 3:92-100.

DOI:10.1007/978-4-431-54094-6\_11 (査読付き)

[学会発表] (計18件)

- ① 島田順一, 加藤大志朗, 下村雅律, 常塚啓彰, 岡田悟, 石原駿太. タッチパネルナビゲーションによる手術操作支援技術. 第25回日本内視鏡外科, 2012年12月6日-8日, 横浜
- ② 島田順一. ナビゲーション. 第25回日本放射線腫瘍学会(招待講演), 2012年11月23日-25日, 東京
- ③ Junichi Shimada, Kazuhiro Ito, Daishiro Kato, Kunihiro Terauchi, Masanori Shimomura, Hiroaki Tsunozuka, Kaori Ichise, Shunta Ishihara. Intuitive touch panel control system with tablet PC. 26th COMPUTER ASSISTED RADIOLOGY AND SURGERY (CARS2012). June 27-30, 2012, Pisa, Italy
- ④ Satoru Okada, Junichi Shimada, Kazuhiro Itoh, Hiroaki Tsunozuka, Kaori Ichise. Availability and quantitative evaluation of touch panel navigation system for endoscopic surgery. 26th COMPUTER ASSISTED RADIOLOGY AND SURGERY (CARS2012), June 27-30, 2012, Pisa, Italy
- ⑤ Junichi Shimada, Kazuhiro Ito, Daishiro Kato, Masanori Shimomura, Hiroaki Tsunozuka, Kunihiro Terauchi, Kaori Ichise, Shunta Ishihara. Intuitive touch panel control system with tablet PC. 8th Asian Conference on Computer Aided Surgery (ACCAS2012), May 26-31, 2012, Beijing, China
- ⑥ 岡田悟, 島田順一, 伊藤和弘, 常塚啓彰, 一瀬かおり. 胸腔鏡手術のためのタッチパネルナビゲーションシステムの精度解析. 第51回日本生体医工学会, 2012年5月10日-12日, 福岡
- ⑦ Junichi Shimada, Kazuhiro Ito, Daishiro Kato, Masanori Shimomura, Hiroaki Tsunozuka, Satoru Okada, Kaori Ichise. Intuitive touch panel navigation system with Gigabit Ethernet. 25th COMPUTER ASSISTED RADIOLOGY AND SURGERY (CARS2011), June 22-25, 2011, Berlin, Germany.
- ⑧ Junichi Shimada, Kunihiro Terauchi, Daishiro Kato, Kazuhiro Ito, Masanori

Shimomura, Hiroaki Tsunozuka, Kaori Ichise. Intuitive touch panel navigation system for VATS. 14th World Conference on Lung Cancer. July 3-7, 2011, Amsterdam, Netherlands.

- ⑨ Junichi Shimada, Kazuhiro Ito, Daishiro Kato, Kunihiro Terauchi, Masanori Shimomura, Hiroaki Tsunozuka, Satoru Okada, Kaori Ichise, Shunta Ishihara. Intuitive touch panel navigation system through Kyoto Digital SOSUI Network. 7th Asian Conference on Computer-Aided Surgery (ACCAS 2011), Aug 26-27, 2012, Bangkok, Thailand.
- ⑩ 島田順一, 加藤大志朗, 寺内邦彦, 伊藤和弘, 下村雅律, 常塚啓彰, 一瀬かおり. タッチパネルナビゲーションによる内視鏡手術支援システムの開発: 遠隔操作の手法の検討. 第64回日本胸部外科学会定期学術集会, 2011年10月10日-12日, 名古屋
- ⑪ 島田順一, 加藤大志朗, 伊藤和弘, 常塚啓彰, 岡田悟, 一瀬かおり, 小島宏幸, 市川裕則, 清水三希夫. タッチパネルナビゲーションによる胸腔鏡手術支援システムの動物実験での検証. 第63回日本胸部外科学会定期学術集会, 2010年10月24日-27日, 大阪
- ⑫ 島田順一, 伊藤和弘, 加藤大志朗, 寺内邦彦, 下村雅律, 常塚啓彰, 一瀬かおり, 小島宏幸, 市川裕則, 清水三希夫. マルチタッチスクリーンによる直感的な内視鏡手術支援システム. 第72回日本臨床外科学会総会, 2010年11月21日-23日, 横浜
- ⑬ 島田順一, 加藤大志朗, 伊藤和弘, 常塚啓彰, 岡田悟, 一瀬かおり, 小島宏幸, 市川裕則, 清水三希夫. タッチパネルナビゲーションによる内視鏡手術支援システムの開発. 第27回日本呼吸器外科学会総会, 2010年5月13日-14日, 仙台

[産業財産権]

○出願状況 (計1件)

名称: 遠隔操作システム  
発明者: 島田順一、西川敦  
権利者: YANCHERS 株式会社  
種類: 特許権  
番号: W02007/145327  
出願年月日: 2007年6月15日  
国内外の別: 国外

[その他]

- ① 日本テレビ 世界一受けたい授業 出演 (2011年1月29日)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

島田 順一 (SHIMADA JUNICHI)  
京都府立医科大学 医学研究科 准教授  
研究者番号：6 0 3 1 5 9 4 2

### (2) 研究分担者

加藤 大志朗 (KATO DAISHIRO)  
京都府立医科大学 医学 (系) 研究科 (研  
究院) 学内講師  
研究者番号：7 0 3 1 5 9 4 3

寺内 邦彦 (TERAUCHI KUNIHICO) (H22  
~H23)

京都府立医科大学 医学 (系) 研究科 (研  
究院) 助教

研究者番号：1 0 5 1 5 2 9 0

伊藤 和弘 (ITO KAZUHIRO)  
京都府立医科大学 医学 (系) 研究科 (研  
究院) 客員講師  
研究者番号：3 0 3 9 8 3 6 7