

平成 22 年 6 月 25 日現在

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2007～2008

課題番号：19760165

研究課題名 (和文) 医療診断・手術技能の技術化・デジタル化に関する研究

研究課題名 (英文) Construction of Non-Invasive Ultrasound Theragnostic System

研究代表者

小泉 憲裕 (KOIZUMI NORIHIRO)

東京大学・大学院工学系研究科・特任講師

研究者番号：10396765

## 研究成果の概要：

本報で取りあげる 4 つのシステムに対して、技能の技術化・デジタル化手法を確立した。これにあたっては、(i)安全・安心接触動作技術、(ii)機構設計技術、(iii)機能抽出・構造化技術、(iv)診断・治療タスクに応じたシステム動作切替え技術、(v)医用画像処理技術が重要であった。

(1) 心臓組織癒着による再手術性評価システムとは、ロボットビジョン技術の利用により、心臓癒着度合いを客観的かつ定量的な指標を提供するシステムである。

(2) 血管攣縮度の評価システムとは、ロボットビジョン技術の利用により、血管攣縮度の定量的な指標を提供するシステムである。

(3) 遠隔超音波診断システムとは、診断画像や検査データのやりとりだけでなく、診断画像の獲得操作さえも専門医が遠隔で行うことにより、患者が病院で通常受けるものとまったく同等の医療サービスを遠隔地に存在する患者にも提供するシステムである。

(4) 非侵襲超音波診断・治療統合システムとは、呼吸等により能動的に運動する患部を抽出・追従・モニタリングしながら、超音波を集束させてピンポイントに患部へ照射することにより、癌組織や結石の治療を患者の皮膚表面を切開することなく非侵襲かつ低負担で行なおうとするものである。

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
19 年度	1,900,000	0	1,900,000
20 年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	420,000	3,720,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：機械工学 知能機械・機械システム

キーワード：ロボティクス

## 1. 研究開始当初の背景

ロボット技術を利用して人間の熟練した技能を再構築する、言わば“技能の技術化・デジタル化”がテクノロジーの発達とともに可能になりつつある。すでに製造業分野では、

人間では不可能な高精度の作業がロボットによって実現されている。高度な技能を要求される医療分野においても医療診断・手術ロボットの開発により熟練した専門医のように人体に対して安全に接触動作するととも

に、人間の能力を超える、高精度な診断・手術を実現することが期待されている。

具体的に、暗黙知としての専門技能を技術として明らかなものとし（形式知）、これを機能として医療支援システム上に実装することで、デジタル情報として医療技能を共有・再利用・改良することが可能になり、熟練した専門医のように人体に対して安全に接触動作するとともに、人間の能力を超える高精度な診断・手術を行なう画期的な医療診断・手術支援システムが実現するものと期待されている。

近年、急速に高度・専門分化してきた医療診断・手術技能に対して、個々の専門技能に対応できる医師の数は限られる。このような医療分野の特殊事情から、医療技能・技術の維持・強化が困難になってきている。この問題を克服するために、医療技能の技術化・デジタル化が今後ますます必要になる。

## 2. 研究の目的

本研究課題は、技能の高度化あるいは専門分化の進展が特に顕著な下記の2つの医療診断・手術技能を取り上げ、これらの技能を技術化・デジタル化する方法の確立を目的とする。具体的には、暗黙知としての専門技能を技術として明らかなものとし（形式知）、これを機能として医療支援システム上に実装した後、その有効性を検証することを目的とする。

本研究課題における技能の技術化・デジタル化の対象は下記の具体的な2つの医療技能とする。

- (i) 超音波医療診断（特に、透析肩の超音波診断）における診断画像の獲得・維持技能
- (ii) 低侵襲手術（特に、内視鏡下の手術）における縫合技能

## 3. 研究の方法

(i)の超音波医療診断は一般に広く利用されている汎用的な医療診断方法であるが、一つの症例ごとに診断画像の獲得・維持技能は異なり、高度な専門性が要求される診断でもある。その代表例として、本研究課題では透析肩の診断を対象とする。透析肩の診断においては、その習得に多くの労力、時間的コストが発生する。(ii)の縫合技能においては、内視鏡下であるかどうか、縫合対象の位置が体内の深部にあるかどうか、縫合対象のスケールがどの程度あるかによって技能の習得が極めて困難になり、高度な技能が要求される。その代表例として、本研究では内視鏡下における縫合作業を対象とする。

上記技能の技術化・デジタル化は、下記の5点を順次遂行することで進める。

- (a) 医療技能を機能として抽出・構造化
- (b) 機能を実現するためのパラメータ解析
- (c) 機能の設計指針化

(d) 機能の実装

(e) 機能の評価・改良

## 4. 研究成果

本報で取りあげる4つのシステムに対して、技能の技術化・デジタル化手法を確立した。これにあたっては、(i)安全・安心接触動作技術、(ii)機構設計技術、(iii)機能抽出・構造化技術、(iv)診断・治療タスクに応じたシステム動作切替え技術、(v)医用画像処理技術が重要であり、これを改良した。

とくに、遠隔超音波診断システムにおいて、遠隔においても、人体に対して安全・安心に接触する技術において、あえて冗長な軸を追加・実装することで、機構・制御の両面からこれを実現する手法を確立した。

## 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2件）

Norihiro Koizumi, Hiroyuki Tsukihara, Shinichi Takamoto, Hiroyuki Hashizume, and Mamoru Mitsuishi, "Robot vision technology for technologizing and digitalization of medical diagnostic and therapeutic skills," in International Journal of Automation Technology, Vol.3, No.5, pp.541-550, 2009.

Norihiro Koizumi, Shin'ichi Warisawa, Mitsuru Nagoshi, Hiroyuki Hashizume, and Mamoru Mitsuishi, "Construction methodology for a remote ultrasound diagnostic system," in IEEE Trans. on Robotics, Vol.25, No.3, pp.522-538, 2009.

〔学会発表〕（計0件）

〔図書〕（計0件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計1件）

名称：生体内結石検出装置

発明者：光石 衛，小泉憲裕，李 得熙，松本洋一郎，葭仲 潔，杉田 直彦，野宮 明  
権利者：光石 衛，小泉憲裕，李 得熙，松本洋一郎，葭仲 潔，杉田 直彦，野宮 明

種類：特願

番号：2009-57362  
出願年月日：2009年3月11日  
国内外の別：国内

○取得状況（計0件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等  
<http://www.nml.t.u-tokyo.ac.jp/~nkoizumi/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

小泉憲裕 (KOIZUMI NORIHIRO)  
東京大学・大学院工学系研究科・特任講師  
研究者番号：10396765