

高次元医用画像工学研究所

教授：鈴木 直樹 医用生体工学，医用画像工学，医用高次元画像，医用バーチャルリアリティ，生物工学，生物学
 講師：服部 麻木 医用生体工学，医用画像工学，医用高次元画像，医用バーチャルリアリティ

教育・研究概要

I. リアルタイムイメージングによる高次元医用画像の臨床応用

X線CTやMRIといった画像診断装置から無侵襲に得られる，生体の機能的，形態的データを用いた医用高次元画像技術の開発と臨床応用に関する研究を行っている。本研究では，四次元X線CTデータセットの可視化などの研究を行い，臨床に即した三次元・四次元画像処理およびその表示法の開発を行っている。いずれも本学各講座ほか，九州大学，大阪大学，鶴見大学，北米メイヨークリニックなどとの共同研究として進められている。

II. 術中ナビゲーションシステムの開発

皮膚や臓器の下の術中に肉眼では見ることができない血管や腫瘍等の内部構造を三次元像として術野に重畳表示(Data Fusion)する術中ナビゲーションシステムの開発を行っている。これまでにロボット手術用ナビゲーションシステムや第三病院手術棟内に設計，建築したハイテクナビゲーション手術室におけるシステムの開発を行ってきた。本年度では，ハイテクナビゲーション手術室にて，開発したナビゲーションシステムを用い，本学耳鼻咽喉科学講座との共同研究で，本学倫理委員会の承諾を得て，手術顕微鏡下手術および立体硬性鏡下手術におけるナビゲーション手術を各1例行った。

III. 内視鏡型手術ロボットシステムの開発

経口的に腹腔内に到達し，腹腔内臓器に対して手術手技を実施するNatural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery (NOTES)が可能な内視鏡型手術ロボットシステムの開発を行っている。これまでに左右の鉗子マニピュレータにより自由な外科的処置が消化管内で可能な内視鏡型手術ロボットの設計，製作を行ってきた。本年度は，この内視鏡型手術ロボットを用い，遠隔地からネットワークを介し

てロボットをコントロールして手術手技を実施する，遠隔手術ロボットシステムの開発を行った。本システムを用いた予備実験を行った後，日本・タイ間において高速ネットワーク回線を介し，Soft Cadaverを用いた遠隔ロボット手術(teleNOTES)の実験を行った。実験ではタイ側のSoft Cadaverの腹腔内に挿入したロボットを日本側からコントロールして消化管癌を想定したリンパ節切除を行うことができた。

本研究は九州大学医学部との共同研究として行っている。

IV. ロボット手術のための手術シミュレーションシステムの開発

前項の手術ロボットを用いた手術は，通常の手術手技とは操作方法が大きく異なるため，事前のトレーニングが必須となる。そこで手術ロボットにおける手術手技トレーニングを目的に，患者自身のX線CTやMRIデータセットから再構築した臓器モデルに対して，現実の手術ロボットシステムと同様の手術作業を仮想空間内で可能とする手術シミュレーションシステムの開発を行っている。本年度はトレーニングに用いるヒトの胃までの経路の軟組織モデルを構築し，操作者が力覚呈示装置を用いることで仮想空間内の鉗子型マニピュレータを操作し，胃壁をリアルタイムで変形させることができた。

V. 顎関節動作の可視化とその解析システムの開発

顎関節に障害を持つ患者の上顎および下顎の骨のX線CTデータより骨格モデルを再構築し，患者の顎運動データをその骨格モデルに与えて駆動することで，動作時の顎関節周辺の状況をリアルタイムかつ定量的に解析する四次元顎運動解析システムの開発を行っている。本年度は仮想空間内での解析だけでなく，骨格モデルから石膏モデルを作製し，多関節ロボットにより駆動することで，実空間上での顎運動の解析も可能となった。この仮想空間と実空間における解析システムにより，双方の利点を応用することでより効果的な診断および治療計画が可能となった。

本研究は鶴見大学歯学部との共同研究として行っている。

「点検・評価」

本年度は，現在助成を受けている文部科学省科学研究費補助金(基盤研究(S))「触覚提示・画像誘導

機能を持つ内視鏡型手術ロボットの開発」が3年目となり、これまで開発してきた要素技術を統合し、ロボットシステムとしての性能評価および個々の機能の向上を目指した。その結果、術野の状況をリアルタイムでナビゲーションに反映させながら手術手技を行うことができるようになったと同時に、より小型のシステムとすることができた。今後、システムの安定性、体内での内視鏡型手術ロボット全体の安全性を検討してから臨床試験に進みたいと考えている。

また今年度から経済産業省の戦略的技術開発委託費による「インテリジェント手術機器研究開発プロジェクト<主要部位対象機器研究開発>」への参加が決定した。本プロジェクトは、低侵襲の治療が特に有効ながんおよび心疾患の主要な対象部位である脳神経外科、胸部外科および消化器外科の領域において、医療従事者が扱いやすい診断・治療一体型の内視鏡手術支援機器であるインテリジェント手術機器の開発を目的としている。本研究所は九州大学医学部とともに消化器外科領域のサブプロジェクトに属し、腹腔内で様々な手術手技を可能とするマニピュレータや術中ナビゲーションシステム、および本手術システムのトレーニングを目的とした手術シミュレーションシステムの開発を行うこととなった。これまでに培ってきた様々な開発技術を発展させてプロジェクトを推進していきたいと考える。

本研究所における研究成果の社会への貢献を目指した開発を行い、昨年度より市販を開始した、4次元人体図鑑ソフトウェア「Virtual Anatomia」については、より詳細な人体の内部構造をデータベース化するための開発を継続して行っている。

また本研究所は、バーチャルリアリティ (VR) 技術を要素技術ごとに効率良く開発し、これらを迅速に臨床各科の幅広い要求に総合的に対応できる新しい研究開発機構として、本年度の(財)日本産業デザイン振興会グッドデザイン賞を前述のVirtual Anatomiaとともにダブル受賞することができた。

また本研究所で開発された技術を応用した江戸時代のミイラの内部構造解析画像が、国立科学博物館内の常設展示として公開されるとともに、永久凍土より発見された子供のマンモスの解析画像も丸の内丸ビル内で公開展示されるなど、本研究所の高次元画像技術やVR技術に関する一般への啓蒙を図ることができた。なお前者は国立科学博物館からの、後者はロシア科学アカデミーからの調査・研究依頼により開始されたものである。

なお、本研究所としてはこれからも学内、学外と

の緊密な共同研究体勢を維持するとともに、国外の同じ領域の研究機関との良い意味での競争力の強化、国際共同研究活動の強化を目指し、今後も努力を続ける所存である。

研究業績

I. 原著論文

- 1) Otake Y, Suzuki N, Hattori A, Miki H (Osaka National Hosp), Yamamura M (Kyowa-kai Hosp), Yonenobu K (Osaka Minami National Hosp), Ochi T (Sagamihara National Hosp), Sugano N (Osaka Univ). Hip motion analysis using multi phase (virtual and physical) simulation of the patient-specific hip joint dynamics. *Medicine Meets Virtual Reality 2008*; 16: 339-44.
- 2) Ikawa T¹⁾, Ogawa T¹⁾, Shigeta Y¹⁾, Hirabayashi R¹⁾, Fukushima S¹⁾ (¹Tsurumi Univ), Otake Y, Hattori A, Suzuki N. Evaluation of the simulation robot for mandibular movements with the patient-specific 3-dimensional plaster model and mandibular movement data—Clinical application of the physical simulation robot—. *Medicine Meets Virtual Reality 2008*; 16: 183-8.
- 3) 花房昭彦¹⁾, 菅原基棋¹⁾, 不破輝彦¹⁾ (¹職業能力開発総合大学校), 鈴木直樹, 大竹義人. 筋を定義した人体モデルによる車いす駆動動作解析 着座位置の違いによる評価. *日コンピュータ外会誌* 2007; 9(1): 23-35.

II. 総説

- 1) 服部麻木, 鈴木直樹, 鈴木薫之, 大竹義人. NOTESへ向けた内視鏡型手術ロボットの開発. *日コンピュータ外会誌* 2007; 9(2): 79-84.

III. 学会発表

- 1) 鈴木直樹. リアルタイムイメージングを用いた手術シミュレーションと手術ナビゲーションに関する研究の現状. 第50回日本形成外科学会総会. 東京, 4月.
- 2) Suzuki N. Surgical application of Virtual Reality (VR) techniques. *Mayo Symposium on Medical Image Computing and Image Guided Intervention*. Rochester, June.
- 3) Suzuki N. Surgical simulation with haptic sensation and navigation surgery using real-time imaging. *Joint JSPS-SNSF Seminar on Computer-Aided Surgery*. Osaka, Sept.
- 4) Suzuki N. Surgical application of real-time imaging techniques using patient data. *The 66th Annual Meeting of the Japanese Cancer Association*. Yokohama, Oct.

- 5) Suzuki N. Tele-surgery simulation and telecontrolled of robotic surgery. AsiaBB Telemedicine Joint Experiment 2007 International Symposium. Bangkok, Mar.
- 6) 服部麻木, 鈴木直樹, 鈴木薫之, 大竹義人, 小林 進. 血管内手術を目的としたロボットシステムの開発. 第46回日本生体医工学会大会. 仙台, 4月. [生体医工学 2007; 45(特別号): 205]
- 7) 鈴木薫之, 鈴木直樹, 服部麻木, 衛藤 謙, 矢永勝彦. 患者臓器モデルを用いた腹腔鏡下大腸切除術シミュレーション. 第46回日本生体医工学会大会. 仙台, 4月. [生体医工学 2007; 45(特別号): 195]
- 8) 大竹義人, 鈴木直樹, 服部麻木, 三木秀宣(国立大阪医療センター), 菅野伸彦(阪大), 山村在慶(協和会病院), 米延策雄(国立大阪南病院), 越智隆弘(国立相模原病院). 術中の股関節圧計測を用いた人工股関節全置換術における術後脱臼予測システム. 第46回日本生体医工学会大会. 仙台, 4月. [生体医工学 2007; 45(特別号): 211]
- 9) 服部麻木, 鈴木直樹, 鈴木薫之, 大竹義人, 鴻 信義, 飯村慈朗, 森山 寛. 内視鏡下鼻内手術のためのステレオ画像によるナビゲーションシステムの開発. 第16回日本コンピュータ外科学会大会. 広島, 11月. [日コンピュータ外会誌 2007; 9(3): 292-3]
- 10) 鈴木薫之, 鈴木直樹, 服部麻木, 大竹義人. 遠隔コントロール機能を備えた内視鏡型手術ロボットによる遠隔手術システム. 第16回日本コンピュータ外科学会大会. 広島, 11月. [日コンピュータ外会誌 2007; 9(3): 218-9]
- 11) 鈴木薫之, 衛藤 謙, 鈴木直樹, 矢永勝彦. 患者臓器モデルを用いた腹腔鏡および鉗子操作シミュレータの構築. 第16回日本コンピュータ外科学会大会. 広島, 11月. [日コンピュータ外会誌 2007; 9(3): 246-7]
- 12) 大竹義人, 鈴木直樹, 服部麻木, 三木秀宣(国立大阪医療センター), 山村在慶(協和会病院), 菅野伸彦(阪大), 米延策雄(国立大阪南病院), 越智隆弘(国立相模原病院). Multi Phase Simulation(仮想空間と実空間での動作シミュレーション)による人工股関節設置後の股関節動態の四次元的観察と把握. 第16回日本コンピュータ外科学会大会. 広島, 11月. [日コンピュータ外会誌 2007; 9(3): 254-5]
- 13) 中田典生, 三澤健之, 矢永勝彦, 鈴木直樹, 鈴木薫之, 大竹義人, 服部麻木, 福田国彦. クーゲル法による腹壁癒痕ヘルニア修復術におけるマルチスライスCTを用いた三次元ボリュームレンダリング画像の有用性について. 第16回日本コンピュータ外科学会大会. 広島, 11月. [日コンピュータ外会誌 2007; 9(3): 260-1]
- 14) 三木秀宣(国立大阪医療センター), 菅野伸彦¹⁾, 大竹義人, 山村在慶(協和会病院), 鈴木直樹, 米延策雄(国立大阪南病院), 吉川秀樹¹⁾(阪大). 四次元動作解析システムによる人工股関節全置換術後脱臼患者の脱臼原因判定への応用. 第16回日本コンピュータ外科学会大会. 広島, 11月. [日コンピュータ外会誌 2007; 9(3): 272-3]
- 15) 川上秀夫(大阪警察病院), 菅野伸彦(阪大), 三木秀宣(国立大阪医療センター), 米延策雄(国立大阪南病院), 服部麻木, 鈴木直樹. 内反型変形性股関節症に対する外側楔状足底板と高位脛骨骨切り術の効果を歩行解析で比較した1症例. 第16回日本コンピュータ外科学会大会. 広島, 11月. [日コンピュータ外会誌 2007; 9(3): 334-5]
- 16) 中村祐敬¹⁾, 杉山 肇¹⁾, 浜田良機¹⁾(山梨大), 大竹義人, 服部麻木, 鈴木直樹. 前腕外制限が肩・肘関節の可動域に及ぼす影響の検討. 第16回日本コンピュータ外科学会大会. 広島, 11月. [日コンピュータ外会誌 2007; 9(3): 374-5]
- 17) 重田優子¹⁾, 小川 匠¹⁾, 井川知子¹⁾(鶴見大), 大竹義人, 鈴木直樹. CT データを用いた三次元・四次元咀嚼筋モデルの構築. 第16回日本コンピュータ外科学会大会. 広島, 11月. [日コンピュータ外会誌 2007; 9(3): 368-9]