

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

准教授：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等の画像診断装置から得られる、生体の機能、および形態データを用いた高次元医用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、X線CTデータから再構築した骨格および骨格筋モデルをモーションキャプチャによって得られた動作データにより駆動する、ヒトの運動時の上肢、および下肢の四次元動作解析システムの開発等を行っている。本年度も運動中の被験者の上肢、下肢をMRIを用いて計測し、骨格筋の四次元的な変化を開発中の四次元人体モデルと比較、評価した。また、月単位や年単位で変化する人の内部構造をMRIによって安定して計測するための手法の開発も開始した。

II. 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)や、腹壁に小さな貫通孔を設けて腹腔内での手術手技を行うSingle Port Surgery (SPS)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。腹腔内でのロボットの姿勢制御を行うためのオーバーチュープの開発において、ロボットの姿勢の保持と方向転換が可能な力と速度が得られるよう、形状記憶合金を用いた駆動機構の開発を行っている。

III. 様々な手術手技に対応した手術シミュレータの開発

術前の患者のX線CTデータを用い、開腹下手術や鏡視下手術など様々な手術に対応可能なシミュレータの開発を行っている。昨年度から開発が始まった、術中の手術器具の軌跡をシミュレーションシステム上で再現して手術手技を評価するシステム

において、ファントムを用いた評価試験を開始し、経験の有無による手技の違いなどの解析を行っている。また2年度目となった科研費・基盤研究(A)の研究課題である実空間への四次元画像表示システムについては、実験機を用いた評価と問題点の抽出を行い、システムの改良を進めている。

IV. 術中ナビゲーションシステムの開発

術中に術野の奥に存在する血管や腫瘍などを三次元形状モデルとして術野画像上に重ね合わせて表示し、より直感的な術中ナビゲーションが可能なシステムの開発を行っている。本年度も第三病院手術棟内のハイテクナビゲーション手術室において、外科学講座と共同でナビゲーション手術を半ルーチンワークとして実施した。本年度はシステムの新しい機能として、術前に計画した切除面を用い、術中の手術器具先端が切除面からどれくらい離れているかを音声と画像で術者に警告するシステムを開発し、ファントムを用いた機能の評価を行った。また婦人科領域の鏡視下手術において、術前のX線CTやMRIデータを用いないナビゲーションシステムの開発も引き続き行っている。

V. 法医学における高次元医用画像解析技術の応用

これまでに開発を行ってきた高次元医用画像解析技術を応用し、将来の新しい犯罪捜査手法、新しい裁判資料の作成手法の確立を目的とした、事件被害者のX線CTデータの解析を行っている。昨年度、環境省からの依頼で開始した天然記念物指定されている動物の交通事故死の原因の解析について、事故後のX線CTデータを用いた解析手法の開発も行っている。

「点検・評価」

教育については、本年度も1年生のコース医学総論Iのユニット「医学総論I演習」の講義を担当し、講義の最終日には本研究所の施設見学を実施した。講義だけではなかなか分からない実際の研究の現場を見ることで、研究への興味が少しでも湧くようになれば考える。また3年生のコース研究室配属では2名の学生を受け入れ、研究テーマ「医用高次元画像の基礎と応用」としてモーションキャプチャシステムを用いた歩行動作の解析を行った。具体的な研究課題の設定から実験計画の策定など、学生たちは積極的に取り組み、結果をレポートとしてまとめることができた。大学院教育については社会人大学院生1名の研究指導を行い、研究成果を関連する学

会で発表することができた。またすでに大学院を修了した研究者についても継続して研究を行っており、日本生体医工学会大会の Young Investigator's Award や第7回日本足の外科学会の学術奨励賞を受賞するなど、優れた研究成果を挙げている。

研究については、最終年度となった文部科学省科学研究費・新学術領域研究(研究領域提案型)の「医用画像に基づく計算解剖学の多元化と高度知能化診断・治療への展開」(多元解剖学)研究プロジェクトにおいて、5年間の研究成果を年度末の国際シンポジウムで発表することができた。また、2年度目となった科研費・基盤研究(A)の研究課題「生体構造に適した、実空間に表示可能な四次元画像表示装置の開発とその臨床応用」については、教育・研究概要Ⅲで述べたように実験機が完成し、その評価による改良と臨床試験に向けたシステム開発が順調に進んでいる。

学内共同研究については、昨年度に引き続き、外科学講座と術中ナビゲーションシステムの開発を第三病院手術棟内のハイテクナビゲーション手術室を活用して行っている。また形成外科学講座、第三病院放射線部との研究プロジェクトも継続しており、様々な臨床領域での医工連携を進めることができた。

学外への研究成果の発信については、日本学術振興会の「ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI」で、中学生を対象としたプログラム「ヒトの体を四次的な目で見てみよう」を2018年7月に実施した。実際の研究活動の雰囲気や伝わるようにしながら説明は平易な言葉で理解しやすくなるように心がけ、科学研究への興味がわくように努めた。

本研究所はこれからも学内外の研究者との緊密な共同研究体制を継続していくとともに、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) Yasuda J, Okamoto T, Onda S, Futagawa Y, Yanaga K, Suzuki N, Hattori A. Novel navigation system by augmented reality technology using a tablet PC for hepatobiliary and pancreatic surgery. *Int J Med Robot* 2018; 14(5): e1921.

III. 学会発表

- 1) Kimura T, Kubota M, Hattori H, Minagawa K, Suzuki N, Hattori A, Marumo K. Evaluation of joint mobility around the cuneiform between hallux valgus and normal feet using 3D analysis system and weight-bearing CT. 2018 International Foot and Ankle Biomechanics Meeting, New York, Apr.
- 2) 木村 正, 窪田 誠, 服部英和, 皆川和彦, 鈴木直樹, 服部麻木, 斎藤 充, 丸毛啓史. 外反母趾足と健常足の第1中足骨の捻れの評価—足部CTと3次元画像解析システムを用いて—. 第91回日本整形外科学会学術集会. 神戸, 5月.
- 3) 服部麻木, 鈴木直樹, 大滝正子, 橋爪 誠(九州大). 四次元人体モデルの開発とMRIによる骨格筋の動態計測. 第57回日本生体医工学会大会. 札幌, 6月.
- 4) 高木偉博, 服部麻木, 鈴木直樹. 超音波を用いた事前データモデルを用いない腹腔鏡手術ナビゲーションの基礎的検討. 第57回日本生体医工学会大会. 札幌, 6月.
- 5) 木村 正, 窪田 誠, 鈴木直樹, 服部麻木, 丸毛啓史. 3次元解析システムと荷重位CTを用いた楔状骨周囲と母趾列の関節可動性の評価～健常足と外反母趾足の比較～. 第57回日本生体医工学会大会. 札幌, 6月.
- 6) 服部麻木, 兼平 卓, 岡本友好, 二川康郎, 恩田真二, 安田淳吾, 矢永勝彦, 鈴木直樹. 開腹下手術の術中ナビゲーションシステムの新しい機能の開発. 第37回日本医用画像工学会大会. つくば, 7月.
- 7) 兼平 卓, 岡本友好, 二川康郎, 阿部恭平, 安田淳吾, 恩田真二, 矢永勝彦, 鈴木直樹, 服部麻木. 位置認識誘導型ナビゲーションシステム (recognized position-guided navigation system) の開発. 第27回日本コンピュータ外科学会大会. 奈良, 11月.
- 8) 後藤駿弥¹⁾, 花房昭彦¹⁾(¹⁾芝浦工業大), 鈴木直樹, 服部麻木. 内視鏡手術ロボット屈曲アシスタクチュエータの開発—複数空室一体型流体駆動アクチュエータの試作—. 第27回日本コンピュータ外科学会大会. 奈良, 11月.
- 9) 木村 正, 窪田 誠, 服部英和, 山下隆之, 雨谷えりか, 池上 拓, 玉川明香, 鈴木直樹, 服部麻木, 丸毛啓史. 荷重位CTと3次元解析システムを用いた外反母趾足と健常足における母趾列の各関節の荷重負荷による変位の解析. 第43回日本足の外科学会学術集会. 木更津, 11月.

IV. 著書

- 1) 鈴木直樹, 服部麻木. 高次元医用画像工学とその臨床応用. 東京: 誠文堂新光社, 2018.