

令和元年6月12日現在

機関番号：13901

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

研究期間：2014～2018

課題番号：26108006

研究課題名(和文) 多元計算解剖モデルを利用した術前術中診断・治療支援システム

研究課題名(英文) Pre/intra-operative Diagnostic and Navigational Assistance Based on Multidisciplinary Computational Anatomy

研究代表者

森 健策 (Mori, Kensaku)

名古屋大学・情報学研究科・教授

研究者番号：10293664

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 106,430,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、空間軸・時間軸・機能軸・病理軸に加えメタ解剖軸にまたがる多元的な医用画像を多元計算解剖モデルによりシームレスに理解する手法を実現し、それに基づき術前術中に真に必要なとされる情報を多元シームレスナビゲーション可能な知能化診断治療支援システムの実現である。本研究を遂行することによって、多元計算解剖モデルに基づく知能化診断治療支援システムの学術的概念を生み出した。多元シームレスナビゲーションを核に据え、その実現に必要な多元医用画像情報統合方法、多元シームレス構造解析、データ構造表現、可視化方法、意思決定支援、知能化診断治療支援システム等、革新的医療に役立つ学術的概念と技術が確立された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

医用画像の多元性を考慮し、多元シームレスナビゲーションによる新しい診断治療支援技術を確立する試みは例がなく極めて独創的である。ミクロ解剖の解析はまだ研究が始まったばかりであり組織的に行われていない。マクロ解剖解析からミクロ解剖解析への展開、マクロ-ミクロ解剖間の数理的表現の獲得、計算解剖学で達成されたマクロ解剖アノテーションのミクロ解剖への発展とそのシームレスナビゲーションが本課題の学術的特色である。これらは新しい医療の実現につながる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to implement methods that can seamlessly understand multi-disciplinary medical images, spanned by the spatial, the time, the function, the pathology and the meta axes, based on multi-disciplinary computational anatomy model. It aims to develop intelligent diagnostic and therapeutic assistance system that enables us to seamlessly navigate in the information space required for pre, intra and post-operative medical procedures. We produced new concepts "intelligent diagnostic and therapeutic assistance system based on multi-disciplinary computational anatomy model." The core of this concept is multi-disciplinary seamless navigation. Major outcomes of this project are developments of multi-disciplinary image fusion, multi-disciplinary structure analysis, seamless data representation, multi-disciplinary seamless visualization, and intelligent diagnostic and therapeutic assistance system. They contribute to implement advanced medical concepts and technologies.

研究分野：医用画像処理、コンピュータビジョン

キーワード：医用画像 コンピュータ外科 画像処理

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

① 研究の学術的背景

(1) **背景** 本研究の目的は、空間軸・時間軸・機能軸・病理軸に加えメタ解剖軸にまたがる多元的な医用画像を多元計算解剖モデルによりシームレスに理解する手法を実現し、それに基づき術前術中に真に必要なとされる情報を多元シームレスナビゲーション可能な知能化診断治療支援システムの実現である。

人体とそれを撮像した結果である医用画像には多元性がある。例えば解像度スケールを考えた場合、人体スケール、臓器スケール、臓器内構造スケール、細胞スケールといった様々なレベルでのスケール性が存在する。時間進行に伴う病変の腫大化といった時間スケールの変化もある。あるいは「メタ」的な解剖スケール（＝メタ解剖軸：解剖学的名称等の論理的な情報軸）もある。内視鏡治療・手術支援においては、数十 μm オーダーの超音波画像を利用した微細構造解析、 μm オーダーの顕微内視鏡画像や病理標本画像による精密診断支援が望まれている。臨床の場においてはこのような多元性が常に考慮され、診断治療が行われる。そして、これらの多元空間をシームレスにナビゲーション（探索）できる技術（＝多元シームレスナビゲーション）の確立があってこそ、真の診断治療の融合的支援が可能になると考える。

(2) **研究動向** 医用画像処理分野における画像情報融合の研究を眺めた場合、そのほとんどはほぼ同程度の解像度を持つ画像情報の融合にとどまる。例えば、CT 画像と MRI 画像の画像融合に関する研究では、片方のモダリティ画像上にもう一方の画像情報を重畳することが行われている。CT の骨格・血管描出性能と MRI による軟部組織描出性能を相補的に利用することで人体構造解析精度の向上が図られている。これは多元計算解剖学のほんの一部であり、「医用画像理解から人体の総合的理解」「高度に知能化された診断・治療法」の開発とはまだ大きな隔りがある。

(3) **着想に至った経緯** 本研究グループでは、異常部位診断支援、術前計画ナビゲーション、術中ナビゲーションといった一連の医療プロセスを臓器構造解析結果に基づき一つのシステムで横断的に支援する枠組みを構築した。しかしながら、医用画像のモダリティとして CT 画像のみを対象としていた。実際の医療では、CT 画像のみならず、MRI や超音波、顕微鏡画像といったマルチモーダル・マルチスケール（数百 μm ～数 μm ）画像が利用されている。各モダリティは描出対象が異なるとともに、その対象スケールも異なる。さらに、空間・時間・機能・病態・メタ解剖といった様々な軸が存在する。これらの多元性は医用画像の特色の一つである。真に診断治療の融合的支援を考えた場合、これらの軸で定義される多元空間をシームレスかつ統一的に扱える枠組みが必要となる。そこで、多元計算解剖モデルを利用して、マクロからミクロ、過去から現在、病変進行、そしてメタ的な解剖情報まで（＝多元空間）をシームレスにナビゲーションし、診断治療に必要な情報を的確に提示する「知能化診断治療支援システム」の着想に至った。

2. 研究の目的

何をどこまで明らかにするか 本研究では、診断・治療の過程で撮影される多元画像情報を多元計算解剖モデルに基づいて解析し、多元空間をシームレスナビゲーションすることで診断治療支援情報を提示する知能化診断治療支援システムを開発する。多元シームレスナビゲーションを実現するため、(a) 多元シームレスレジストレーション、(b) 多元シームレス解剖構造解析、(c) 多元メタ解剖構造自動認識とアノテーション、(d) 多元シームレス可視化、(e) 意思決定支援、を中心に組織的に検討する。諸問題の解決を図りながら「多元シームレスナビゲーション」という新しい概念の創出と「多元計算解剖モデルに基づく知能化診断治療支援システム」の実現を目指す。

新たな研究の創造が期待できる点 本研究では、A01「基礎数理」によって開発される多元計算解剖モデルを利用する。多元計算解剖モデルに基づいた人体構造の多元シームレスナビゲーションは、診断・治療計画・治療・予後評価といった一連のプロセスを融合的に支援する（A02「応用システム」）。ここでは診断・治療に必要な種々の情報が格納されシームレスに探索できる。A02 の他計画班による病態・機能解明システム開発の見地も導入される。種々の軸から、医師の望むあらゆる情報を即座に提供するための枠組みが構築され、多元計算解剖学における A03「臨床応用論」へとつながる。領域内の有機的連携により多元計算解剖学の飛躍的な発展と新たな学術的概念の形成へとつながる。

研究の学術的な特色・独創的な点及び予想される結果と意義 医用画像の多元性を考慮し、多元シームレスナビゲーションによる新しい診断治療支援技術を確認する試みは例がなく極めて独創的である。ミクロ解剖の解析はまだ研究が始まったばかりであり組織的に行われていない。マクロ解剖解析からミクロ解剖解析への展開、マクロミクロ解剖間の数理的表現の獲得、計算解剖学で達成されたマクロ解剖アノテーションのミクロ解剖への発展とそのシームレスナビゲーションが本課題の学術的特色である。

3. 研究の方法

(1) **全体概要** 以下の3つの研究フェーズを設定する。

フェーズ 1(H26) 多元計算解剖モデルに基づく知能化診断治療支援システム実現の基盤確立

フェーズ 2(H27-28) 多元計算解剖モデルに基づく知能化診断治療支援システム実現と拡張

フェーズ 3(H29-30) 臨床の場における評価と改善

フェーズ1 多元計算解剖モデルに基づく知能化診断治療支援システム実現の基盤確立

① 知能化診断治療支援システムの学術的概念の確立

多元的な医用画像情報を多元計算解剖モデルに基づき解析し診断治療支援へと利用する「多元計算解剖モデルに基づく知能化診断治療支援システム」の学術的概念を確立する。多元シームレスナビゲーションを核に据え、その実現に必要な多元医用画像情報統合方法、多元シームレス構造解析、データ構造表現、可視化方法、意思決定方式論定式化、知能化診断治療支援システムにおいて実現すべき機能などを多面的に検討し、学術的概念を確固たるものにする。

② 多元解剖構造記述手法の開発

個体差のみならず、時間やスケール、モダリティが異なる場合においても、人体構造の階層性を含む多元性を考慮し、統一的に解剖構造を表現可能な数理的記述方法を検討する。ここで得られた表現方法は知能化診断治療支援システムにおいてシームレスなナビゲーションを実現する際の核となる。診断から予後評価にいたるまでの時点においても即座に参照できるよう、計算機により保持可能なデータ構造に関しても考慮する。

③ 多元画像間レジストレーション手法開発

外科手術支援を考慮した多元医用画像間の多元レジストレーションの基盤技術確立のため、A01とも協力しながら、異なるスケールで撮影された医用画像に限定してレジストレーション手法を開発する。多種多数な医用画像間の多元軸における関係の数理的記述を検討する。

④ 多元画像間シームレス可視化手法開発

異なるスケールの医用画像の可視化をシームレスに融合可能な技術を開発する。また、メタ解剖構造をわかりやすく提示するための可視化技術に関しても検討する。次年度以降の多元シームレス可視化も考慮に入れて開発を進める。

⑤ 多元医用画像データベース構築

A03とも協力し、外科手術支援で扱う多種多数な医用画像およびそれに付随する臨床レポート等を収集し、多元医用画像データベースを構築する。この項目は研究期間終了まで実施する。

フェーズ2 多元計算解剖モデルに基づく知能化診断治療支援システム実現と拡張

① 実時間多元シームレス解剖構造解析手法実現

外科手術支援を考慮し、A01と協力して多元計算解剖モデルを用いた実時間人体多元シームレス解剖構造解析手法を実現する。A03と協力し解析結果の臨床的理解・評価に関し検討する。

② 多元メタ解剖構造認識手法の開発

ミクロ解剖までをも対象とする多元計算解剖モデルに基づくメタ解剖構造認識技術を開発する。外科的治療で重要な脈管・微細構造のみならず、空間軸・機能軸・時間軸・病理軸も考慮した解剖構造認識とメタアノテーションを実現する。

③ 多元レジストレーション手法・多元シームレス可視化拡張

初年度に開発した多元画像間レジストレーション手法およびシームレス可視化手法を、空間軸・機能軸・時間軸・病理軸・メタ解剖軸へと拡張する。

④ 意思決定支援手法実現

これまでの結果を基に術前術中におけるクリティカル意思決定支援を行う手法を実現する。がんの広がりへの正確な把握、リンパ節廓清範囲決定、小児疾患における組織再生範囲決定などを、多元シームレスナビゲーションを通じて意思決定支援する手法を実現する。A01とも連携し生体シミュレーションも意思決定支援手法として取り入れる。

⑤ 知能化診断治療支援システム開発

前年度までの成果を統合し、知能化診断治療支援システムを開発・拡張する。

フェーズ3 臨床の場における評価と改善

A03と協力し知能化診断治療支援システムを臨床評価する。必要であれば、知能化診断治療支援システムにおいて実現すべき機能の追加、見直しを行う。A01へもフィードバックする。

4. 研究成果

フェーズ1 多元計算解剖モデルに基づく知能化診断治療支援システム実現の基盤確立

① 知能化診断治療支援システムの学術的概念の確立 多元的な医用画像情報を多元計算解剖モデルに基づき解析し診断治療支援へと利用する「多元計算解剖モデルに基づく知能化診断治療支援システム」の学術的概念を検討した。多元シームレスナビゲーションを核に据え、その実現に必要な多元医用画像情報統合方法、多元シームレス構造解析、データ構造表現、可視化方法、意思決定方式論定式化、知能化診断治療支援システムにおいて実現すべき機能などを多面的に検討し、学術的概念への反映を行った。これらの議論は、公募班(中村)など臨床的な課題を数理的な問題へと置き換えながら整理した。

② 多元解剖構造記述手法の開発 個体差のみならず、スケール等が異なる場合においても、人体構造の階層性、イメージング方法の階層性を含む多元性を考慮し、統一的に解剖構造を表現可能な数理的記述方法を検討した。画像レベルでは、体幹部全体を保持する画像に高精細な画像を埋め込むことを基本とし、イメージング方法が異なる場合には画像間の幾何的な関係性の保持が適当との知見を得た。また、中間的なスケールでの記述を挿入することでスケールシームレスな表現が容易となった。

③ 多元画像間レジストレーション手法開発 外科手術支援を考慮した多元医用画像間レジストレーション基盤技術確立のため、異なるスケールで撮像した画像間のレジストレーション手

法開発及びこれに必要な画像撮影を公募班（中村・西澤・安藤）とともに行った。2段階レジストレーションを用いた処理により5倍ものスケール差を持つ画像同士の正確なレジストレーションに成功した。

④ **多元画像間シームレス可視化手法開発** 異なるスケールの医用画像可視化をシームレスに行う技術を開発した。多元画像間レジストレーション結果を用いて、スケールの異なるマイクロCT像同士をリアルタイムに3次元融合表示可能とした。メタ解剖構造提示の可視化技術として、解剖学的名称の臓器表面マッピング表示及び吹き出し状表示を実現した。

⑤ **多元医用画像データベース構築** 研究項目A03と協力し、外科手術支援で扱う多種多様な医用画像及びそれに付随する臨床レポート、マイクロCTによる微細解剖構造画像（公募班（中村、西澤との共同）、顕微鏡画像（公募班（中村）と共同）等を収集した。特に、肺がん症例について、臨床CT画像、多スケールでのマイクロCT画像、その病理顕微鏡画像の収集を行った点は特筆できる。腹部血管系の分岐パターンは300例程度を解析し、データベース化した。また、多様な構造を有する微細解剖構造画像をデータベース化できたため、領域内での共有化を進め、総括班を通じ公募班を含む領域内全体に配布した。公募班（陳）では本DB画像を利用した研究を進めた。

フェーズ2 多元計算解剖モデルに基づく知能化診断治療支援システム実現と拡張

① **多元シームレス解剖構造解析手法実現** 外科手術支援を考慮し、公募班（花岡・中村）などと多元計算解剖モデルを用いた多元シームレス解剖構造解析手法を検討・開発した。公募班（花岡）とはランドマーク情報から臓器領域を高精度に抽出する手法を実現した。A03（橋爪）、公募班（中村）と協力し解剖構造抽出結果を外科手術ナビゲーションにおいて利用する手法開発を進め、知能化診断治療支援システム実現の一助とした。また、肺マイクロCT画像から微細構造を抽出するための手法を実現した。Deep learning技術を用いて、多元シームレス解剖構造解析を行う手法を実現した。大規模GPU計算を行うことで、医用画像から解剖学的構造を精度よく抽出する手法が実現できた。

② 多元メタ解剖構造認識手法の開発

外科的治療で重要な脈管・微細構造を含む解剖構造認識手法を開発した。腎臓領域における微細な血管や気管支、リンパ節を認識可能となった。これらには時間軸方向も含む。また、肺胞レベルでがんの広がり解析可能な手法を、Deep learningの技術を用いて実現した。

③ 多元レジストレーション手法・多元シームレス可視化拡張

多元画像間レジストレーション手法を開発した。マイクロCTを活用した研究を積極的に行い、マイクロCT像間のみならずマイクロCT像と臨床CT像間のモダリティをまたぐスケールシームレスレジストレーションと可視化手法を開発した（公募班（中村））。

④ **知能化診断治療支援システム開発** これまでの研究成果を統合した知能化診断治療支援システムの試作を行った。各研究成果のシステムとしての統合化、臨床における利用法を検討し、システムのプロトタイプを作成した。人工知能技術を用いて、内視鏡画像をリアルタイムに解析する手法を実現し、内視鏡検査中に医師の判断を支援する知能化診断治療支援システムの開発を行った。

フェーズ3 臨床の場における評価と改善

① 知能化診断治療支援システムの臨床評価とそれに基づく改善

A03や公募班と協力し多元計算解剖モデルに基づく知能化診断治療支援システムの臨床の場における評価を進めた。マクロレベルからマイクロレベルにわたる広範なスケール情報を利用して、様々な臨床的な課題における評価を行った。肺がん手術におけるがんの広がり診断、腎臓手術における血管支配領域、大腸内視鏡画像診断におけるマイクロ解剖構造情報を利用した質的診断などのシステムを構築し、それらの臨床的評価を進めた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 39 件）

- (1) N. Nishizawa, H. Kawagoe, M. Yamanaka, M. Matsushima, K. Mori, T. Kawabe, "Wavelength Dependence of Ultrahigh-Resolution Optical Coherence Tomography Using Supercontinuum for Biomedical Imaging," IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, Vol.25, NO.1, 2019, 7101115, doi: 10.1109/JSTQE.2018.2854595, 査読有
- (2) 小田昌宏, H. R. Roth, 北坂孝幸, 古川和宏, 宮原良二, 廣岡芳樹, N. Navab, 森健策, "大腸内視鏡治療誘導のための Recurrent Neural Network を用いた大腸内視鏡トラッキング手法の開発," 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.23, No.4, 2018, pp.249-252, doi: 10.18974/tvrsj.23.4_249, 査読有
- (3) Y. Mori, S. Kudo, H. E. N. Mohamed, M. Misawa, N. Ogata, H. Itoh, M. Oda, K. Mori, "Artificial intelligence and upper gastrointestinal endoscopy: current status and future perspective," Digestive endoscopy, 2018, doi: 10.1111/den.13317, 査読有
- (4) X. Luo, K. Mori, T. Peters, "Advanced Endoscopic Navigation: Surgical Big Data, Methodology, and Applications," Annual review of biomedical engineering, Vol.20, 2018, pp.221-251, doi: 10.1146/annurev-bioeng-062117-120917, 査読有
- (5) Y. Mori, S. Kudo, M. Misawa, Y. Saito, H. Ikematsu, K. Hotta, K. Ohtsuka, F. Urushibara, S. Kataoka, Y. Ogawa, Y. Maeda, K. Takeda, H. Nakamura, K. Ichimasa, T. Kudo, T. Hayashi, K.

- Wakamura, F. Ishida, H. Inoue, H. Itoh, M. Oda, K. Mori, "Real-Time Use of Artificial Intelligence in Identification of Diminutive Polyps During Colonoscopy: A Prospective Study," *Annals of Internal Medicine*, Vol.169, No.6, 2018, pp.357-366, doi: 10.7326/M18-0249, 査読有
- (6) L. Chen, P. Bentley, K. Mori, K. Misawa, M. Fujiwara, D. Rueckert "DRINet for Medical Image Segmentation," *IEEE Transaction on Medical Imaging*, Vol.37, No.11, 2018, pp.2453-2462, doi: 10.1109/TMI.2018.2835303, 査読有
- (7) M. Misawa, S. Kudo, Y. Mori, T. Cho, S. Kataoka, A. Yamauchi, Y. Ogawa, Y. Maeda, K. Takeda, K. Ichimasa, H. Nakamura, Y. Yagawa, N. Toyoshima, N. Ogata, T. Kudo, T. Hisayuki, T. Hayashi, K. Wakamura, T. Baba, F. Ishida, H. Itoh, H. R. Roth, K. Mori, "Artificial Intelligence-Assisted Polyp Detection for Colonoscopy: Initial Experience," *Gastroenterology*, Vol.154, No.8, 2018, pp.2027-2029, doi: 10.1053/j.gastro.2018.04.003, 査読有
- (8) H. R. Roth, H. Oda, X. Zhou, N. Shimizu, Y. Yang, Y. Hayashi, M. Oda, M. Fujiwara, K. Misawa, K. Mori, "An application of cascaded 3D fully convolutional networks for medical image segmentation," *Computerized Medical Imaging and Graphics*, vol.66, 2018, pp.90-99, doi: 10.1016/j.compmedimag.2018.03.001, 査読有
- (9) H. Oda, K. K. Bhatia, M. Oda, T. Kitasaka, S. Iwano, H. Homma, H. Takabatake, M. Mori, H. Natori, J. A. Schnabel, K. Mori, "Automated mediastinal lymph node detection from CT volumes based on intensity targeted radial structure tensor analysis," *Journal of Medical Imaging*, vol.4, no.4, 044502, 2017, doi:10.1117/1.JMI.4.4.044502, 査読有
- (10) Q. Meng, T. Kitasaka, Y. Nimura, M. Oda, J. Ueno, K. Mori, "Automatic segmentation of airway tree based on local intensity filter and machine learning technique in 3D chest CT volume," *International Journal of Computer Assisted Radiology Surgery*, Vol.12, No.2, 2017, pp.245-261, doi:10.1007/s11548-016-1492-2, 査読有
- (11) M. Oda, H. Kondo, T. Kitasaka, K. Furukawa, R. Miyahara, Y. Hirooka, H. Goto, N. Navab, K. Mori, "Robust colonoscope tracking method for colon deformations utilizing coarse-to-fine correspondence findings," *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, Vol.12, No.1, 2017, pp.39-50, doi:10.1007/s11548-016-1456-6, 査読有
- (12) F. Kanavati, T. Tong, K. Misawa, M. Fujiwara, K. Mori, D. Rueckert, B. Glocker, "Supervoxel classification forests for estimating pairwise image correspondences," *Pattern Recognition*, Vol.63, 2017, pp.561-569, doi:10.1016/j.patcog.2016.09.026, 査読有
- (13) K. Karasawa, M. Oda, T. Kitasaka, K. Misawa, M. Fujiwara, C. Chu, G. Zheng, D. Rueckert, K. Mori, "Multi-atlas pancreas segmentation: Atlas selection based on vessel structure," *Medical Image Analysis*, Vol.39, 2017, pp.18-28, doi:10.1016/j.media.2017.03.006, 査読有
- (14) T. Kitasaka, M. Kagajo, Y. Nimura, Y. Hayashi, M. Oda, K. Misawa, K. Mori, "Automatic anatomical labeling of arteries and veins using conditional random fields," *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, Vol.12, No.6, 2017, pp.1041-1048, doi:10.1007/s11548-017-1549-x, 査読有
- (15) Y. Hayashi, K. Misawa, K. Mori, "Optimal port placement planning method for laparoscopic gastrectomy," *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, Vol.12, No.10, 2017, pp.1677-1684, doi: 10.1007/s11548-017-1548-y, 査読有
- (16) M. Misawa, S. Kudo, Y. Mori, K. Takeda, Y. Maeda, S. Kataoka, H. Nakamura, T. Kudo, Kunihiko Wakamura, T. Hayashi, A. Katagiri, T. Baba, F. Ishida, H. Inoue, Y. Nimura, M. Oda, K. Mori, "Accuracy of computer-aided diagnosis based on narrow-band imaging endocytoscopy for diagnosing colorectal lesions: comparison with experts," *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, Vol.12, No.5, 2017, pp.757-766, doi:10.1007/s11548-017-1542-4, 査読有
- (17) K. Mori, "From macro-scale to micro-scale computational anatomy: perspective of the next 20 years," *Medical Image Analysis*, Vol.33, 2016, pp.159-164, doi:10.1016/j.media.2016.06.034, 査読有
- (18) Y. Hayashi, K. Misawa, D. J. Hawkes, K. Mori, "Progressive internal landmark registration for surgical navigation in laparoscopic gastrectomy for gastric cancer," *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, Vol.11, No.5, 2016, pp.837-845, doi: 10.1007/s11548-015-1346-3, 査読有
- (19) Y. Hayashi, K. Misawa, M. Oda, D. J. Hawkes, K. Mori, "Clinical application of a surgical navigation system based on virtual laparoscopy in laparoscopic gastrectomy for gastric cancer," *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, Vol.11, No.5, 2016, pp.827-836, doi: 10.1007/s11548-015-1293-z, 査読有
- (20) T. Matsuzaki, M. Oda, T. Kitasaka, Y. Hayashi, K. Misawa, K. Mori, "Automated anatomical labeling of abdominal arteries and hepatic portal system extracted from abdominal CT volumes," *Medical Image Analysis*, Vol.20, No.1, 2015, pp.152-161, doi:10.1016/j.media.2014.11.002, 査読有
- (21) Y. Nimura, J. Qu, Y. Hayashi, M. Oda, T. Kitasaka, M. Hashizume, K. Misawa, K. Mori, "Pneumoperitoneum simulation based on mass-spring-damper models for laparoscopic surgical

planning," Journal of Medical Imaging, Vol.2, No.4, 2015, pp.044004-1-044004-12, doi:10.1117/1.JMI.2.4.044004, 査読有

- (22) X. Luo, Y. Wan, X. He, K. Mori, "Observation-driven adaptive differential evolution and its application to accurate and smooth bronchoscope three-dimensional motion tracking," Medical Image Analysis, vol.24, no.1, 2015, pp. 282-296, doi:10.1016/j.media.2015.01.002. , 査読有
- (23) T. Tong, R. Wolz, Z. Wang, Q. Gao, K. Misawa, M. Fujiwara, K. Mori, J. V. Hajnal, D. Rueckert, "Discriminative Dictionary Learning for Abdominal Multi-Organ Segmentation," Medical Image Analysis, vol.23, no.1, 2015, pp.92-104, doi:10.1016/j.media.2015.04.015, 査読有

〔学会発表〕 (計 309 件)

- (1) H. R. Roth, C. Shen, H. Oda, T. Sugino, M. Oda, Y. Hayashi, K. Misawa, K. Mori, "A Multi-scale Pyramid of 3D Fully Convolutional Networks for Abdominal Multiorgan Segmentation," MICCAI 2018, LNCS 11073, pp.417-425, 2018
- (2) M. Oda, H. R. Roth, T. Kitasaka, K. Furukawa, R. Miyahara, Y. Hirooka, H. Goto, N. Navab, K. Mori, "Colon Shape Estimation Method for Colonoscopy Tracking using Recurrent Neural Networks," MICCAI 2018, LNCS 11073, pp.176-184, 2018
- (3) H. Oda, H. R. Roth, K. Chiba, J. Sokolic, T. Kitasaka, M. Oda, A. Hinoki, H. Uchida, J. A. Schnabel, K. Mori, "BESNet: Boundary-enhanced Segmentation of Cells in Histopathological Images," MICCAI 2018, LNCS 11071, pp.228-236, 2018

〔図書〕 (計 7 件)

- (1) 森 健策, "医用画像 ディープラーニング入門," オーム社, Chapter14, 大腸内視鏡画像診断支援, pp.160-165, ISBN978-4-274-22365-5, 2019

〔その他〕

ホームページ等 <http://wiki.tagen-compana.org/> <http://www.newves.org/wiki>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：小田 昌宏
ローマ字氏名：ODA, Masahiro
所属研究機関名：名古屋大学
部局名：情報学研究科
職名：助教
研究者番号 (8 桁)：30554810

研究分担者氏名：目加田 慶人
ローマ字氏名：MEKADA, Yoshito
所属研究機関名：中京大学
部局名：工学部
職名：教授
研究者番号 (8 桁)：00282377

研究分担者氏名：北坂 孝幸
ローマ字氏名：KITASAKA, Takayuki
所属研究機関名：愛知工業大学
部局名：情報学部
職名：准教授
研究者番号 (8 桁)：00362294

研究分担者氏名：三澤 一成
ローマ字氏名：MISAWA, Kazunari
所属研究機関名：愛知県がんセンター (研究所)
部局名：分子腫瘍病理部
職名：研究員
研究者番号 (8 桁)：70538438

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。