

令和 3 年 6 月 28 日現在

機関番号：12612
 研究種目：基盤研究(B) (一般)
 研究期間：2017～2020
 課題番号：17H03200
 研究課題名(和文) 医療技能の技術化・デジタル化で実現する超音波診断・治療統合システムの超高精度化

研究課題名(英文) Ultrahigh accuracy of ultrasound theragnostic systems realized by technologizing and digitizing medical professional skills

研究代表者
 小泉 憲裕 (KOIZUMI, NORIHIRO)
 電気通信大学・大学院情報理工学研究科・准教授

研究者番号：10396765
 交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題は頑健かつ高精度に動作する超音波診断・治療統合システムの構築法を確立することであり、このためのロボット機構・制御・画像処理アルゴリズム技術に関するコア基盤技術に関して、優れた研究成果を積み重ねてきた。とりわけ 医用画像処理技術については近年、深層学習をはじめとする機械学習による画像処理の分野で画期的なブレイクスルーがあり、本プロジェクトにおいても深層学習を取り込んだ医療用ロボットビジョン技術に関する研究に着手、その成果も順調に積み重ねてきている(第25回ロボティクスシンポジウム学生奨励賞受賞(2020年)、第21、22回日本超音波医学会奨励賞(2020,2021年)等を受賞)。

研究成果の学術的意義や社会的意義
 医療技能のデジタル化(医デジ化)を加速させることで時間(いつでも)・空間(どこでも)・人間(医療専門家や患者)によらず、一定水準以上の医療を実現することができるものと強く期待されている。2015年に深層学習を援用したU-Netと呼ばれる臓器抽出における強力な医用画像処理アルゴリズムが開発された。これを踏まえて本研究においても同技術を援用することで患部抽出・追従・モニタリングに関する新規のアルゴリズムをこれまでに提案してきている。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to establish a method for constructing an integrated ultrasonic diagnosis / treatment system that operates robustly and with high accuracy, and excellent research results regarding the core basic technology related to robot mechanism / control / image processing algorithm technology for this purpose. Have been piled up. In particular, medical image processing technology has made epoch-making breakthroughs in the field of image processing by machine learning such as deep learning in recent years, and this project also started research on medical robot vision technology that incorporates deep learning. The results have been steadily accumulating (received the 25th Robotics Symposia Student Encouragement Award (2020), the 21st and 22nd Japan Society of Ultrasonics Medicine Encouragement Award (2020, 2021), etc.).

研究分野：医療ロボティクス

キーワード：医療技能のデジタル化 医デジ化 Me-DigIT Medical Digitalization 超音波ロボット Robotic Ultrasound NIUTS

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、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

本研究の学術的背景としては、下記の2点が挙げられる。1点めは、ITおよびロボット技術（IRT）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ことである。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・治療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・安心に動作するとともに、人間の能力を超える、高速・高精度な診断・治療を実現することが期待されている。2点めは、強力集束超音波（High Intensity Focused Ultrasound：HIFU）による非侵襲治療の顕著な発達である。これは、球面型の超音波振動子を用いて超音波を集束させることにより、人の手が直接届かない体内の狭い領域にエネルギーを集中させるというものであり、体表や周囲の正常組織を損傷させることなく患部のみを局所的に治療することができる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、医療技能の技術化・デジタル化により、非侵襲超音波診断・治療統合システムの構築法を確立することである。本研究で提案する非侵襲超音波診断・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、がん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。

3. 研究の方法

この研究目的を達成するために、(1)医療診断・治療技能を機能として抽出・構造化、(2)機能におけるパラメータ解析、(3)機能の設計指針化、(4)機能の実装、(5)実験による機能の評価・改良という5つの作業手順を順次遂行することで、医療技能を機能として抽出、構造化し、関数としてシステムの機構・制御上に実装（医療技能のデジタル化）する。その際、必要ならば専門医の医療技能に啓発された全く新しいアプローチから機能を追加・実装することにより、さらなる医療の質の向上（高速・高精度化）を図る。これにあたっては、我々が開発してきた以下の5つの独自のコア技術を基盤として、これを発展させることで行なう。

（コア技術Ⅰ）機能に応じた機構設計技術、（コア技術Ⅱ）医療診断・治療技能における機能の抽出・構造化技術、（コア技術Ⅲ）患者に対するロボットの安全・安心動作技術、（コア技術Ⅳ）診断・治療タスクに応じたシステム動作技術、（コア技術Ⅴ）リアルタイム医用画像処理技術。

例えば、位置・姿勢の正確さが要求される機能には、人間のようなアーム型の機構ではなく、直動ガイドおよび曲率ガイドによる剛性の高い機構を用いてハードウェア・システムを実装するべきであり、このように機能に応じた機構を設計する技術、人が人にやさしく接するように診断・治療器具を人体にとって安全・安心に動作させる制御技術など、医療技能の技術化・デジタル化を実現するにあたって強力な武器となるべき独自のコア（核）技術を申請者らは世界にさきがけて開発・蓄積してきている。

4. 研究成果

ロボット機構技術に関しては、周囲の正常組織への損傷を最小限に抑制し、患部（腫瘍・結石等）のみを非侵襲的に治療するためには、患部を包含する臓器断面を医療専門家が確認・ハンドリングしたい方向から常時ロックオンして捕捉しつづけることがシステムに求められている。このために医療専門家はsliding、rotating、tilting、rocking、compressingといった一連のプロープ操作を行なっている。

これを踏まえて本研究では超音波プローブを把持する先端機構部（並進3軸、姿勢2軸、プローブ押し込み方向1軸）、先端機構把持用アーム部（鉛直方向の並進1軸および患者安全確保のためのアーム退避用回転1軸）、ロボティック・ベッド部（並進3軸）から構成され合計11自由度を有するロボット機構を実現した。

本ロボット機構の特長として、以下の3点が挙げられる。(1)先端機構部は、sliding、rotating、tilting、rocking、compressingといった通常の超音波診断で行われる全てのプローブ基本操作が実現可能である。診断画像の適正化のためには、医療専門家が確認したい方向から超音波プローブを患部に押しあてて診断画像断面の適正化を図る必要がある。

(2)人体との音響インピーダンスの整合性を高めるために超音波プローブの押し込み方向にコンプライアンスを有するロボット先端機構部を実現している。超音波プローブと患部との接触状態や押しつけ力を調整することで診断画像の適正化を図る。

(3)直観的に動作機構が理解しやすく、直動および曲率ガイドを用いた高剛性のベッド型機構を採用することにより、人体にとって安全・安心で、医療従事者にとってハンドリングしやすい機構を実現している。高精度な機構により、プローブと患部の押しつけ力によるたわみが少なく、

超音波プローブの位置・姿勢を精確に実現することができる。

ロボット制御および画像処理・アルゴリズム技術に関しては、プローブと患部間の押しつけ状態を適正に維持しながら運動する生体内患部をロバストかつ高精度に抽出・追従・モニタリングする手法を開発した。本ロボット制御および画像処理の特長として、以下の2点が挙げられる。

(4) 超音波画像および力センサの値からプローブと患部間の接触状態を適正に判定し、これをもとにロボットを制御する基盤的アルゴリズムを開発した。これにより、プローブと患部の接触状態が適正に維持されることで超音波モニタリング画像の質が向上し、結果として臓器の追従精度の向上にも資する。

(5) 呼吸等により体内を運動する臓器への安全かつ効率的な治療を目的として音響陰影の存在により治療対象である患部の超音波モニタリングが困難になるという問題を克服するために、時系列に取得した複数枚の超音波画像を選択的に合成することで音響陰影領域を補完する手法を開発した。本手法により、音響陰影の存在下において見えたり、見えなかったりする患部を常時確認できるようになる。これにより、生体内患部をロバストかつ高精度に抽出・追従・モニタリングすることが可能になる。

特筆すべき成果として上記のロボット機構・制御・画像処理・アルゴリズム技術に付随して日本超音波治療研究会第17回日本超音波治療研究会最優秀演題賞、学生研究奨励賞、ベストポスター賞(2018年)、泌尿器画像診断・治療技術研究会最優秀演題賞(2019年、共同演者として)、第25回ロボティクスシンポジウム学生奨励賞受賞(2020年)、第21回日本超音波医学会奨励賞(2020年)、第22回日本超音波医学会奨励賞(2021年)を受賞している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計22件（うち査読付論文 18件／うち国際共著 2件／うちオープンアクセス 20件）

1. 著者名 Kumagawa M., Matsumoto N., Miura K., Ogawa M., Takahashi H., Hatta Y., Kondo R., Koizumi N., Takei M., Moriyama M.	4. 巻 76
2. 論文標題 Correlation between alterations in blood flow of malignant lymphomas after induction chemotherapies and clinical outcomes: a pilot study utilising contrast-enhanced ultrasonography for early interim evaluation of lymphoma treatment	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Clinical Radiology	6. 最初と最後の頁 550.e9 ~ 550.e17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.crad.2021.02.007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Wang Feiqian, Numata Kazushi, Chuma Makoto, Nihonmatsu Hiromi, Moriya Satoshi, Nozaki Akito, Ogushi Katsuaki, Fukuda Hiroyuki, Okada Masahiro, Ruan Litao, Luo Wen, Koizumi Norihiro, Nakano Masayuki, Otani Masako, Inayama Yoshiaki, Maeda Shin	4. 巻 46
2. 論文標題 The value of hepatobiliary phase in EOB-MRI in predicting hypervascularization outcome of non-hypervascular hypointense lesions in high-risk patients for hepatocellular carcinoma	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Abdominal Radiology	6. 最初と最後の頁 2527 ~ 2539
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00261-020-02881-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Yagasaki Shiho, Koizumi Norihiro, Nishiyama Yu, Kondo Ryosuke, Imaizumi Tsubasa, Matsumoto Naoki, Ogawa Masahiro, Numata Kazushi	4. 巻 15
2. 論文標題 Estimating 3-dimensional liver motion using deep learning and 2-dimensional ultrasound images	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery	6. 最初と最後の頁 1989 ~ 1995
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11548-020-02265-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Katsuyuki Sanga, Kazushi Numata, Hiromi Nihonmatsu, Katsuaki Ogushi, Hiroyuki Fukuda, Makoto Chuma, Hiroshi Hashimoto, Norihiro Koizumi, Shin Maeda	4. 巻 37
2. 論文標題 Use of intra-procedural fusion imaging combining contrast-enhanced ultrasound using a perflubutane-based contrast agent and auto sweep three-dimensional ultrasound for guiding radiofrequency ablation and evaluating its efficacy in patients with hepatocellular carcinoma	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Hyperthermia (IJH)	6. 最初と最後の頁 202-211
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/02656736.2020.1729422	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Riki Igarashi, Norihiro Koizumi, Yu Nishiyama, Kyohei Tomita, Yuka Shigenari, Sunao Shoji	4. 巻 7
2. 論文標題 Sagittal alignment in an MR-TRUS fusion biopsy using only the prostate contour in the axial image	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ROBOMECH Journal	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40648-020-0155-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 小泉憲裕, 西山 悠, 江浦史生, 今泉飛翔, 大塚研秀, 佐々木雄大, 重成佑香, 五十嵐立樹, 草原健太, 小林賢人, 月原弘之, 松本直樹, 小川真広	4. 巻 85
2. 論文標題 医デジタル化の手法・効果と社会的インパクト	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 精密工学会誌	6. 最初と最後の頁 749-752
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2493/jjspe.85.749	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Sunao Shoji, Yuka Shigenari, Izumi Hanada, Tatsuya Otaki, Takahiro Ogawa, Masayoshi Kawakami, Hakushi Kim, Masanori Hasegawa, Yoshiaki Kawamura, Norihiro Koizumi, Akira Miyajima	4. 巻 203
2. 論文標題 Usefulness of computer-aided diagnosis system in evaluating severity of benign prostatic hyperplasia, using a super-ellipse model to characterize changes in prostate contours	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Urology	6. 最初と最後の頁 605-606
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/JU.0000000000000891.07	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yudai Sasaki, Fumio Eura, Kento Kobayashi, Ryosuke Kondo, Kyohei Tomita, Yu Nishiyama, Hiroyuki Tsukihara, Naoki Matsumoto, Norihiro Koizumi	4. 巻 2019
2. 論文標題 Automatic Diagnosis by Compact Portable Ultrasound Robot : State Estimation of Internal Organs with Steady-State Kalman Filter	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. of 2019 IEEE Healthcare Innovations and Point of Care Technologies Conference (HI-POCT)	6. 最初と最後の頁 29-32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/HI-POCT45284.2019.8962758	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Katsuyuki Sanga, Kazushi Numata, Hiromi Nihonmatsu, Katsuaki Ogushi, Hiroyuki Fukuda, Makoto Chuma, Hiroshi Hashimoto, Norihiro Koizumi, Shin Maeda	4. 巻 37
2. 論文標題 Use of intra-procedural fusion imaging combining contrast-enhanced ultrasound using a perflubutane-based contrast agent and auto sweep three-dimensional ultrasound for guiding radiofrequency ablation and evaluating its efficacy in patients with hepatocellular carcinoma	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Hyperthermia (IJH)	6. 最初と最後の頁 202-211
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/02656736.2020.1729422	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Riki Igarashi, Norihiro Koizumi, Yu Nishiyama, Kyohei Tomita, Yuka Shigenari, Sunao Shoji	4. 巻 7
2. 論文標題 Sagittal alignment in an MR-TRUS fusion biopsy using only the prostate contour in the axial image	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ROBOMECH Journal	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40648-020-0155-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yudai Sasaki, Fumio Eura, Kento Kobayashi, Ryosuke Kondo, Kyohei Tomita, Yu Nishiyama, Hiroyuki Tsukihara, Naoki Matsumoto and Norihiro Koizumi	4. 巻 2019
2. 論文標題 Development of Compact Portable Ultrasound Robot for Home Healthcare	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Engineering (JoE)	6. 最初と最後の頁 495-499
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1049/joe.2018.9406	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 小泉憲裕, 西山 悠, 江浦史生, 今泉飛翔, 大塚研秀, 佐々木雄大, 重成佑香, 五十嵐立樹, 草原健太, 小林賢人, 月原弘之, 松本直樹, 小川真広	4. 巻 85
2. 論文標題 医デジ化の手法・効果と社会的インパクト	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 精密工学会誌	6. 最初と最後の頁 749-752
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2493/jjspe.85.749	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sunao Shoji, Yuka Shigenari, Izumi Hanada, Tatsuya Otaki, Takahiro Ogawa, Masayoshi Kawakami, Hakushi Kim, Masanori Hasegawa, Yoshiaki Kawamura, Norihiro Koizumi, Akira Miyajima	4. 巻 203
2. 論文標題 Usefulness of computer-aided diagnosis system in evaluating severity of benign prostatic hyperplasia, using a super-ellipse model to characterize changes in prostate contours	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Urology	6. 最初と最後の頁 605-606
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/JU.0000000000000891.07	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yudai Sasaki, Fumio Eura, Kento Kobayashi, Ryosuke Kondo, Kyohei Tomita, Yu Nishiyama, Hiroyuki Tsukihara, Naoki Matsumoto, Norihiro Koizumi	4. 巻 2019
2. 論文標題 Automatic Diagnosis by Compact Portable Ultrasound Robot : State Estimation of Internal Organs with Steady-State Kalman Filter	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. of 2019 IEEE Healthcare Innovations and Point of Care Technologies Conference (HI-POCT)	6. 最初と最後の頁 29-32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/HI-POCT45284.2019.8962758	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Akihide Otsuka, Norihiro Koizumi, Izumu Hosoi, Hiroyuki Tsukihara, Yu Nishiyama	4. 巻 2018
2. 論文標題 Method for Extracting Acoustic Shadows to Construct an Organ Composite Model in Ultrasound Images	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. of 2018 15th International Conference on Ubiquitous Robots (UR2018)	6. 最初と最後の頁 719-722
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/URAI.2018.8441771	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ryosuke Kondo, Norihiro Koizumi, Yu Nishiyama, Naoki Matsumoto and Kazushi Numata	4. 巻 2018
2. 論文標題 Out-of-Plane Motion Detection System Using Convolutional Neural Network for US-guided Radiofrequency Ablation Therapy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. of 2018 15th International Conference on Ubiquitous Robots (UR2018)	6. 最初と最後の頁 729-731
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/URAI.2018.8441865	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tsubasa Imaizumi, Norihiro Koizumi, Ryosuke Kondo, Yu Nishiyama, Naoki Matsumoto	4. 巻 2018
2. 論文標題 Automatic Fascia Extraction and Classification for Measurement of Muscle Layer Thickness	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. of 2018 15th International Conference on Ubiquitous Robots (UR2018)	6. 最初と最後の頁 493-496
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/URAI.2018.8441877	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Asano Takeharu, Kubota Naoto, Koizumi Norihiro, Itani Kazunori, Mitake Tsuyoshi, Yuhashi Kazuhito, Liao Hongen, Mitsuishi Mamoru, Takeishi Shigemi, Takahashi Toshiaki, Ohnishi Shin, Sasaki Shiro, Sakuma Ichiro, Kadowaki Takashi	4. 巻 2017
2. 論文標題 Novel and Simple Ultrasonographic Methods for Estimating the Abdominal Visceral Fat Area	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Endocrinology	6. 最初と最後の頁 1~12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2017/8796069	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Doba Nobutaka, Fukuda Hiroyuki, Numata Kazushi, Hao Yoshiteru, Hara Kouji, Nozaki Akito, Kondo Masaaki, Chuma Makoto, Tanaka Katsuaki, Takebayashi Shigeo, Koizumi Norihiro, Kobayashi Akira, Tokuda Junichi, Maeda Shin	4. 巻 13
2. 論文標題 A new device for fiducial registration of image-guided navigation system for liver RFA	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery	6. 最初と最後の頁 115~124
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11548-017-1647-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Fujii Tatsuya, The University of Tokyo, Koizumi Norihiro, Kayasuga Atsushi, Lee Dongjun, Tsukihara Hiroyuki, Fukuda Hiroyuki, Yoshinaka Kiyoshi, Azuma Takashi, Miyazaki Hideyo, Sugita Naohiko, Numata Kazushi, Homma Yukio, Matsumoto Yoichiro, Mitsuishi Mamoru	4. 巻 29
2. 論文標題 Servoing Performance Enhancement via a Respiratory Organ Motion Prediction Model for a Non-Invasive Ultrasound Theragnostic System	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Robotics and Mechatronics	6. 最初と最後の頁 434 ~ 446
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20965/jrm.2017.p0434	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 KOIZUMI Norihiro, SEO Joonho, LEE Deukhee, KAYASUGA Atsushi, KONDO Ryosuke, TOMITA Kyohei, HOSOI Izumu, NISHIYAMA Yu, TSUKIHARA Hiroyuki, MIYAZAKI Hideyo, FUKUDA Hiroyuki, NUMATA Kazushi, YOSHINAKA Kiyoshi, AZUMA Takashi, SUGITA Naohiko, HONMA Yukio, MATSUMOTO Yoichiro, MITSUISHI Mamoru	4. 巻 45
2. 論文標題 Medical and bio are new digitals - Realization of ultrasound diagnosis and treatment with ultra-high precision by Me-DigIT-	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Choonpa Igaku	6. 最初と最後の頁 173 ~ 182
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3179/jjmu.JJMU.R.125	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sasaki Yudai, Eura Fumio, Kobayashi Kento, Kondo Ryosuke, Tomita Kyohei, Nishiyama Yu, Tsukihara Hiroyuki, Matumoto Naoki, Koizumi Norihiro	4. 巻 2019
2. 論文標題 Development of compact portable ultrasound robot for home healthcare	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Engineering	6. 最初と最後の頁 495 ~ 499
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1049/joe.2018.9406	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計19件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 19件)

1. 発表者名 Tsubasa Imaizumi, Ryosuke Kondo, Kenta Kusahara, Yu Nishiyama, Hiroyuki Tsukihara, Naoki Matsumoto, Kazushi Numata, Norihiro Koizumi
2. 発表標題 Deep Learning Based 3-Dimensional Liver Motion Estimation Using 2-Dimensional Ultrasound Images
3. 学会等名 2019 IEEE International Conference on Cyborg and Bionic Systems (CBS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Riki Igarashi, Kyohei Tomita, Yu Nishiyama, Yuka Shigenari, Norihiro Koizumi
2. 発表標題 Lesion Tracking Method Using CNN in Non-Invasive Ultrasound Diagnostic Treatment Integrated System
3. 学会等名 2019 IEEE International Conference on Cyborg and Bionic Systems (CBS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kento Kobayashi, Yudai Sasaki, Fumio Eura, Ryosuke Kondo, Kyohei Tomita, Takahiro Kobayashi, Yusuke Watanabe, Akihide Otsuka, Hiroyuki Tsukihara, Naoki Matsumoto, Kazushi Numata, Hidetoshi Nagaoka, Toshiyuki Iwai, Hideyuki Iijima, Yu Nishiyama, Norihiro Koizumi
2. 発表標題 Development of Bed-Type Ultrasound Diagnosis and Therapeutic Robot
3. 学会等名 2019 IEEE International Conference on Cyborg and Bionic Systems (CBS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Riki Igarashi, Norihiro Koizumi, Yu Nishiyama, Kyohei Tomita, Yuka Shigenari, Sunao Shoji
2. 発表標題 Matching axial images of magnetic resonance imaging and transrectal ultrasound based on deep learning
3. 学会等名 33rd International Congress and Exhibition on computer assisted radiology and surgery (CARS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tsubasa Imaizumi, Norihiro Koizumi, Yu Nishiyama, Naoki Matsumoto, Masahiro Ogawa
2. 発表標題 Segmentation of liver parenchyma in ultrasound images for automatic diagnosis of liver cirrhosis
3. 学会等名 33rd International Congress and Exhibition on computer assisted radiology and surgery (CARS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Tsubasa Imaizumi, Ryosuke Kondo, Kenta Kusahara, Yu Nishiyama, Hiroyuki Tsukihara, Naoki Matsumoto, Kazushi Numata, Norihiro Koizumi
2 . 発表標題 Deep Learning Based 3-Dimensional Liver Motion Estimation Using 2-Dimensional Ultrasound Images
3 . 学会等名 2019 IEEE International Conference on Cyborg and Bionic Systems (CBS 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Riki Igarashi, Kyohei Tomita, Yu Nishiyama, Yuka Shigenari, Norihiro Koizumi
2 . 発表標題 Lesion Tracking Method Using CNN in Non-Invasive Ultrasound Diagnostic Treatment Integrated System
3 . 学会等名 2019 IEEE International Conference on Cyborg and Bionic Systems (CBS 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kento Kobayashi, Yudai Sasaki, Fumio Eura, Ryosuke Kondo, Kyohei Tomita, Takahiro Kobayashi, Yusuke Watanabe, Akihide Otsuka, Hiroyuki Tsukihara, Naoki Matsumoto, Kazushi Numata, Hidetoshi Nagaoka, Toshiyuki Iwai, Hideyuki Iijima, Yu Nishiyama, Norihiro Koizumi
2 . 発表標題 Development of Bed-Type Ultrasound Diagnosis and Therapeutic Robot
3 . 学会等名 2019 IEEE International Conference on Cyborg and Bionic Systems (CBS 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Riki Igarashi, Norihiro Koizumi, Yu Nishiyama, Kyohei Tomita, Yuka Shigenari, Sunao Shoji
2 . 発表標題 Matching axial images of magnetic resonance imaging and transrectal ultrasound based on deep learning
3 . 学会等名 33rd International Congress and Exhibition on computer assisted radiology and surgery (CARS 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Tsubasa Imaizumi, Norihiro Koizumi, Yu Nishiyama, Naoki Matsumoto, Masahiro Ogawa
2 . 発表標題 Segmentation of liver parenchyma in ultrasound images for automatic diagnosis of liver cirrhosis
3 . 学会等名 33rd International Congress and Exhibition on computer assisted radiology and surgery (CARS 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Yuka Shigenari, Norihiro Koizumi, Kyohei Tomita, Yu Nishiyama, Sunao Shoji
2 . 発表標題 Method for Shape Extraction and Modeling of Prostate Contours by Using Spherellipses
3 . 学会等名 2018 15th International Conference on Ubiquitous Robots (UR2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Kyohei Tomita, Norihiro Koizumi, Atsushi Kayasuga, Yu Nishiyama, Hiroyuki Tsukihara, Hideyo Miyazaki, Kiyoshi Yoshinaka, Mamoru Mitsuishi
2 . 発表標題 A study for tracking focal lesions in non-invasive ultrasound theragnostic system
3 . 学会等名 2017 14th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI 2017) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Ryosuke Kondo, Norihiro Koizumi, Kyohei Tomita, Yu Nishiyama, Hidenori Sakanashi, Hiroyuki Fukuda, Hiroyuki Tsukihara, Kazushi Numata, Mamoru Mitsuishi, Yoichiro Matsumoto
2 . 発表標題 An automatic templates selection method for ultrasound guided tumor tracking
3 . 学会等名 2017 14th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI 2017) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Fumio Eura, Rika Aizawa, Ryosuke Kondo, Kyohei Tomita, Yu Nishiyama, Norihiro Koizumi
2 . 発表標題 Development of portable ultrasound guided physiological motion compensation device
3 . 学会等名 2017 IEEE International Conference on Cyborg and Bionic Systems (CBS 2017) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Ryosuke Kondo, Norihiro Koizumi, Yu Nishiyama, Naoki Matsumoto and Kazushi Numata
2 . 発表標題 Out-of-Plane Motion Detection System Using Convolutional Neural Network for US-guided Radiofrequency Ablation Therapy
3 . 学会等名 2018 15th International Conference on Ubiquitous Robots (UR2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Akihide Otsuka, Norihiro Koizumi, Izumu Hosoi, Hiroyuki Tsukihara, Yu Nishiyama
2 . 発表標題 Method for Extracting Acoustic Shadows to Construct an Organ Composite Model in Ultrasound Images
3 . 学会等名 2018 15th International Conference on Ubiquitous Robots (UR2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Yuka Shigenari, Norihiro Koizumi, Kyohei Tomita, Yu Nishiyama, Sunao Shoji
2 . 発表標題 Method for Shape Extraction and Modeling of Prostate Contours by Using Spherellipses
3 . 学会等名 2018 15th International Conference on Ubiquitous Robots (UR2018) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 Tsubasa Imaizumi, Norihiro Koizumi, Ryosuke Kondo, Yu Nishiyama, Naoki Matsumoto
2. 発表標題 Automatic Fascia Extraction and Classification for Measurement of Muscle Layer Thickness
3. 学会等名 2018 15th International Conference on Ubiquitous Robots (UR2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yudai Sasaki, Fumio Eura, Kento Kobayashi, Ryosuke Kondo, Kyohei Tomita, Yu Nishiyama, Hiroyuki Tsukihara, Naoki Matsumoto and Norihiro Koizumi
2. 発表標題 Development of Compact Portable Ultrasound Robot for Home Healthcare
3. 学会等名 14th Annual Asian Conference on Computer Aided Surgery(ACCAS2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 AIX (人工知能先端研究センター)、栗原 聡、長井 隆行、小泉 憲裕、内海 彰、坂本 真樹、久野美和子	4. 発行年 2018年
2. 出版社 株式会社オーム社	5. 総ページ数 240
3. 書名 人工知能と社会	

〔出願〕 計4件

産業財産権の名称 生体内運動追跡装置	発明者 小泉憲裕, 栢菅 篤, 富田恭平, 細井泉澄, 西山 悠, ほか	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2017-040348	出願年 2017年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 生体内運動追跡方法およびプログラム	発明者 小泉憲裕, 西山 悠, 近藤亮祐, 富田恭平, 江浦史生, ほか	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2017-158071	出願年 2017年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 生体内運動追跡方法およびプログラム	発明者 小泉憲裕, 西山 悠, 近藤亮祐, 富田恭平, 江浦史生, ほか	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、US15/867302	出願年 2018年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 生体内運動追跡装置	発明者 小泉憲裕, 栢菅 篤, 富田恭平, 細井泉澄, 西山 悠, ほか	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、US15/876233	出願年 2018年	国内・外国の別 外国

〔取得〕 計2件

産業財産権の名称 生体内運動追跡方法およびプログラム	発明者 小泉憲裕, 西山 悠, 近 藤亮祐, 富田恭平, 江 浦史生, 沼田和司	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、10,535,159	取得年 2020年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 生体内運動追跡方法およびプログラム	発明者 小泉憲裕, 西山 悠, 近 藤亮祐, 富田恭平, 江 浦史生, 沼田和司	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、10,535,159	取得年 2020年	国内・外国の別 外国

〔その他〕

電気通信大学 小泉研究室 http://www.medigit.mi.uec.ac.jp/ 小泉 憲裕の研究ブログ http://blog2009nkoizumi.japanprize.jp/ 電気通信大学 小泉研究室 http://www.medigit.mi.uec.ac.jp/ 小泉 憲裕の研究ブログ http://blog2009nkoizumi.japanprize.jp/ 電気通信大学 小泉研究室 http://www.medigit.mi.uec.ac.jp/ 小泉 憲裕の研究ブログ http://blog2009nkoizumi.japanprize.jp/

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	小木曾 公尚 (Kogiso Kiminao) (30379549)	電気通信大学・大学院情報理工学研究所・准教授 (12612)	
研究 分担者	月原 弘之 (Tsukihara Hiroyuki) (50431862)	東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・助教 (12601)	
研究 分担者	西山 悠 (Nishiyama Yu) (60586395)	電気通信大学・大学院情報理工学研究所・准教授 (12612)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	宮崎 英世 (Miyazaki Hideyo) (80323666)	国立研究開発法人国立国際医療研究センター・その他部局等・診療科長 (82610)	
研究分担者	葭仲 潔 (Yoshinaka Kiyoshi) (90358341)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・生命工学領域・主任研究員 (82626)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関