

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：34406

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K03986

研究課題名（和文）内視鏡下手術支援ローカル操作助手マニピュレータ

研究課題名（英文）Locally controlled surgical assistant manipulator for robot-assisted endoscopic surgery

研究代表者

河合 俊和（Kawai, Toshikazu）

大阪工業大学・ロボティクス&デザイン工学部・教授

研究者番号：90460766

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：患者の状況を把握しやすいロボット支援内視鏡下手術の実現に向け、滅菌領域の医師が手技を進めながら、補助ツールとして内視鏡や鉗子をローカル操作する手術助手マニピュレータを提案した。術具マニピュレータのPivot運動を実現する遠隔運動中心機構として、斜交関節、ラックギアに沿わせる多段ギアトレイン、平行リンクにスライダクランクを内蔵する差動駆動を開発した。直感的なローカル操作インタフェースとしては、クロックポジション音声操作、タッチパネル上のピンチスワイプ操作、腹腔内型デバイス操作によるリーダーフォロワー制御、Mask R-CNNで画像認識する手元鉗子操作によるビジュアルフィードバック制御を構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ロボットの対人適用先の一つである医療用途（メディカルロボティクス）は、日本が世界をリードして研究を進めてきた分野であり、感染症対策からも注目を浴びている。大型リモート操作システムのマスタースレーブマニピュレータや、その課題を解決する小型分散ローカル操作システムの実現に向けて、視野を提供する「内視鏡マニピュレータ」の研究は多いが、臓器を把持牽引して作業空間をつくるのに不可欠な「鉗子マニピュレータ」の研究はほとんど試みられておらず独創性が高い。患者と共存し医師と協働するマニピュレータの機構や制御に関する基盤技術を確立することで、安心安全な内視鏡下微細手術を支援するロボットを内外に先駆けて提供できる。

研究成果の概要（英文）：In order to realize robot-assisted endoscopic surgery that allows a surgeon in sterilization area to know the patient's condition easily, we proposed a surgical assistant manipulator attached to the endoscope and forceps to be locally controlled while performing surgery by the specialist. We developed a diagonal joint mechanism, a multi-stage gear train aligned with a rack gear mechanism, and a differential drive mechanism with a slider crank built into the parallel link for a surgical tool manipulator in which the pivot point is formed by a remote center of motion mechanism. We also developed voice control of the clock position, pinch-swipe operation on a touch panel, leader-follower control by operating an intra-abdominal device, and visual feedback control by operating hand forceps with image recognition using Mask R-CNN for intuitive local operation interfaces.

研究分野：医療ロボティクス

キーワード：手術支援ロボット 手術助手マニピュレータ RCM機構 ローカル操作インタフェース リーダーフォロワー制御

1. 研究開始当初の背景

内視鏡下で行う外科手術が普及している。患者にとって創痕が小さく整容性に優れるほか、医師は拡大視野で微細な手技が行える利点がある。一方で、執刀医は自由度の少ないメスや鉗子を非直感的なピボット操作で扱い、手の振戦を抑え、内視鏡や鉗子进行操作する助手らと協調して手技を進めることが要求される。これらの課題を解決すべく、マスタスレーブ制御（リーダーフォロワー制御）の手術支援ロボットが国内外で活発に研究されている。医師のハイエンドツールとして広まっている da Vinci は、前立腺摘出術など狭小空間での微細作業を可能とした。しかし、非滅菌領域から「リモート操作」するマニピュレータは、医師が患者から離れるため術中の状態が把握しにくく、また、大型なため手術室への導入が難しいという課題がある。

そこで、滅菌領域の医師が手技を進めながら、補助ツールとして内視鏡や鉗子を「ローカル操作」する小型で分散可能な助手マニピュレータがあれば、患者の状況を把握しやすい安心安全なロボット支援微細手術をコンパクトに実施できると考えた。これまでに、先端屈曲鉗子 Radius、振戦防止アームレスト iArmS、内視鏡保持ロボット Viky などが研究されている。研究代表者らは内外に先駆けて、Telescopic-rail 型など数々の鉗子ロボット LODEM の研究に取り組んできた。しかしながら、作業領域を広く提供でき、素早く変更できる助手マニピュレータはなく、作用力や機構構成、操作手法などが課題となっており、医師とロボットが協働して患者に施術できるロボット工学設計論が問われている。

2. 研究の目的

本研究では、内視鏡下微細手術の支援に向けて、(1) 内視鏡や鉗子の位置決めを素早いマニュアル駆動および精密なモータ駆動で行う占有空間の小さい術具装着マニピュレータを開発し、(2) 執刀医による直感的なローカル操作インタフェースを構築して、模擬手術などを通じた「内視鏡下手術支援ローカル操作助手マニピュレータ」の評価を目的とした。

3. 研究の方法

(1) 術具装着マニピュレータ

小型で刺入点周りの占有空間が小さく、執刀医に広い作業領域を提供可能な、Pivot 運動を直感的に理解可能で機械的な遠隔運動中心（Remote Center of Motion, RCM）を有する、斜交関節の Diagonal 型、ラックギアに多段ギアトレインを沿わせる Gear-train 型、平行リンクにスライダクランクを内蔵して差動駆動する Differential 型のマニピュレータ 3 機構を開発した。

① Diagonal 型マニピュレータ機構

斜交関節と多段伸縮ネジ機構を備えるマニピュレータを開発した。本マニピュレータは、ピボット運動を構成する回転 2 軸を水平面から 30° および 45° 傾けることで三次元的な運動を行う斜交関節機構と、外径 8 mm から 16 mm でピッチ 1 mm の 3 段入れ子構造の多段ねじ、および 3 段の LM ガイド構造の多段スライダで構成する、挿入と抜去を行う鉗子の占有空間を小さくする直動伸縮機構を備える 3 自由度の鉗子マニピュレータである (図 1)。

② Gear-train 型マニピュレータ機構

ラックギアとギアトレインで遠隔中心を構成する薄型 RCM 機構のマニピュレータを開発した。本マニピュレータは、ギア比 12 の多段ギアトレインをラックギアに沿わせてピッチ長 4 mm のボールねじで直動させて、出力ギアの回転角度と遠隔中心であるピボット回転角度が一致する機構、およびベルト・プーリの鉗子直動機構を連動させピボットからの一定距離を

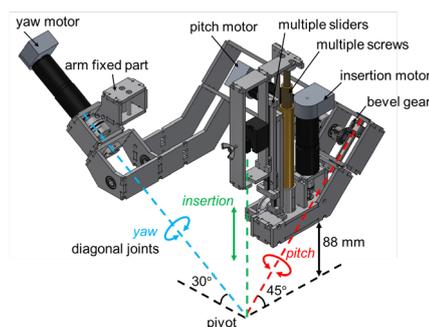


図 1 Diagonal 型 RCM 機構

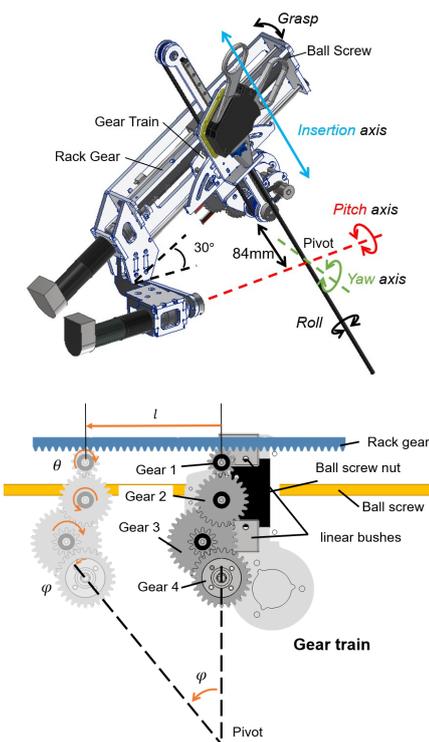


図 2 Gear-train 型 RCM 機構

保つ円運動の制御を備える3自由度の鉗子マニピュレータである (図2).

③ Differential 型マニピュレータ機構

スライダクランクと平行リンクで構成される差動機構を備えるマニピュレータを開発した. 本マニピュレータは, Pitch 軸を土台部としてその左右のギアボックス, ギアボックスに接続する外側の平行リンク, 平行リンクに内蔵する一対のスライダクランク, スライダクランクに接続する先端部の平行リンクで差動機構を構成する. 二つの入力ギアに接続するモータを同一方向または逆方向に回転することで, 機械的RCMの平行リンクまたはスライダクランクいずれかが動作し, Yaw 軸と Insertion 軸の駆動を実現する差動機構となる, 3 自由度の鉗子マニピュレータである (図3).

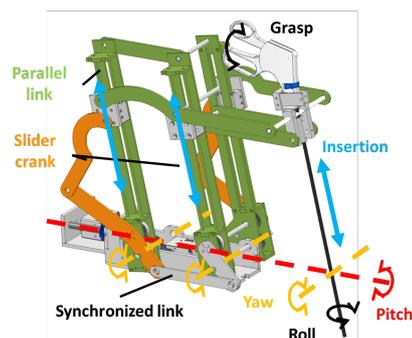


図3 Differential 型 RCM 機構

(2) ローカル操作インターフェース

執刀医が患者の傍で従来手技を進めながら, 内視鏡モニタを見据えた状態で, 非拘束かつ直感的に手術助手ロボットを操作できる, Voice 式クロックポジション操作によるオンオフ制御, Touch-panel 式ピンチスワイプ操作と Intra-abdominal 式デバイス操作によるリーダーフォロワー制御, Mask R-CNN 式サージカルツール操作によるビジュアルフィードバック制御の4つの方式を構築した.

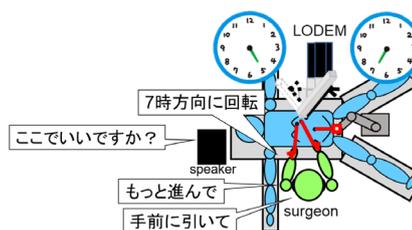


図4 Voice 式

クロックポジション操作

① Voice 式クロックポジション操作

クロックポジションで手術助手ロボットを位置決めする音声操作オンオフ制御を構築した. 本操作インターフェースは, 音声認識エンジン Julius に自作辞書を適用し, 内視鏡モニタをアナログ時計の文字盤に見立てたクロックポジションを設定して, モニタ内の指定位置へ手術支援ロボットを 30° 毎に粗動 (例えば, 2時方向に回転)・ 5° 毎に微動 (例えば, もっと進んで)・ 1° 毎に極微動 (例えば, ちょっと進んで)・各軸の連続駆動 (例えば, 手前に引いて) を行う, 4つの音声操作モードで駆動する音声操作システムである (図4).

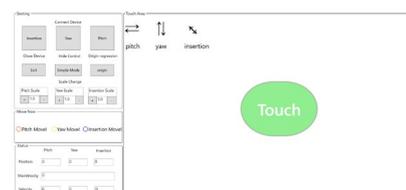
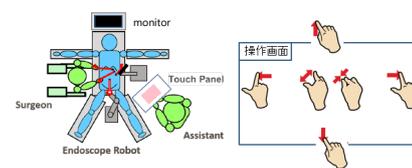
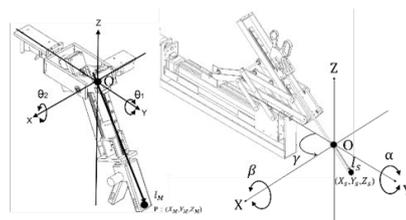


図5 Touch-panel 式

ピンチスワイプ操作

② Touch-panel 式ピンチスワイプ操作

手術助手ロボットの位置姿勢を制御するタッチパネル式操作インターフェースを構築した. 本システムは, スワイプ操作で得るパネル平面内の移動量とピンチ操作による拡大率について, 手術助手ロボットの先端位置と一致させて逆運動学計算を行い, 各関節の変位を得てモータ駆動する相対的なリーダーフォロワー制御である. 構築したアプリケーションは, スワイプ操作の閾値を 50, ピンチ操作の閾値を拡大 1.01, 縮小 0.99 とする操作エリアと, 手術助手ロボット各軸との接続や停止および縮尺率の設定エリア, 駆動状態の提示エリアを備える (図5).



③ Intra-abdominal 式リーダーデバイス操作

手術助手ロボットの術具先端を腹腔内で操作するデバイスを用いた, リーダーフォロワー制御を構築した. 開発した操作デバイスは, 腹部刺入点まわりの Pivot 運動は 2 軸直交ジンバルの Pitch 軸と Yaw 軸, 挿入抜去は定荷重ばねを備える対向リニアガイドの Insertion 軸, 鉗子先端の回転保持は Roll 軸とピンチ形状の Grasp 軸, で構成する腹腔内型 5 自由度操作デバイスである. 本操作デバイスを用いて, Slider-crank 型

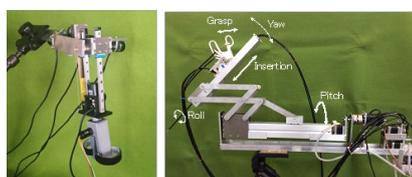


図6 Intra-abdominal 式

リーダーデバイス操作

の鉗子ロボットを異構造リーダーフォロワー制御するシステムを構築した (図6)。

④ Mask R-CNN 式サージカルツール操作

執刀医が左手で操る腹壁上の鉗子のシャフト部分をデプスカメラで撮影して学習に基づき認識し、鉗子シャフトの位置姿勢を取得して手術助手ロボットの制御指標とする操作インタフェースを構築した。本画像認識システムは、執刀医が操る鉗子のシャフト部分を Mask-RCNN を用いて画像認識した後、RGB 画像と Depth 画像から検出した鉗子シャフト領域を矩形で近似して両端点の三次元位置座標を取得する。また、ROS の Pub-Sub 通信を用いて執刀医の手元鉗子の座標情報を助手ロボットへ送信し、逆運動学計算を経て手術助手ロボットを近接操作する、上記システムを内包する統合ビジュアルフィードバック制御システムを構築した (図7)。

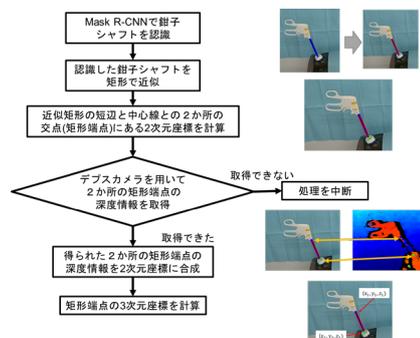


図7 Mask R-CNN 式

サージカルツール操作の画像認識

4. 研究成果

(1) 術具装着マニピュレータ

① Diagonal 型マニピュレータ試作機

開発したマニピュレータは、寸法が横幅 220 mm×奥行 270 mm×高さ 170 mm、質量 2.0 kg となり、作用力 5 N、可動範囲が Yaw 軸で -90°~30°、Pitch 軸で -60°~90°、Insertion 軸で 200 mm の設計仕様を満たすこと、鉗子先端の位置決め精度は回転 2 軸が 0.5 mm 以下、直動軸が 0.4 mm 以下であること、機構先端のたわみは回転 2 軸が 2.1 mm 以下、直動軸が 0.4 mm 以下であること、手動での操作に必要な力は回転 2 軸が 4.8 N 以下、直動軸が 4.4 N 以下であること、医師が本マニピュレータを手動およびスイッチで on/off 操作して臓器モデルをハンドリングしながらスムーズに剥離切開できることを確認した (図8)。

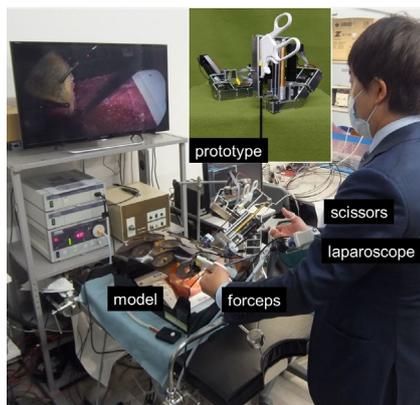


図8 Diagonal 型の試作機

② Gear-train 型マニピュレータ試作機

開発したマニピュレータは、寸法が横幅 400 mm×奥行 135 mm×高さ 135 mm、質量が 2.7 kg となり、可動範囲と作用力 5 N の仕様を満たすこと、鉗子先端の位置決め精度は 0.5 mm 以下であること、機構先端のたわみが 0.9 mm 以下であること、ピボット点の最大差異は 5.6 mm 以下であること、ギアトレインのバックラッシュが 0.03°以下であること、手動での操作に必要な力は 70 N 以下であること、医師が本マニピュレータを手動およびスイッチで on/off 操作して臓器モデルをハンドリングしながらスムーズに剥離切開できることを確認した (図9)。

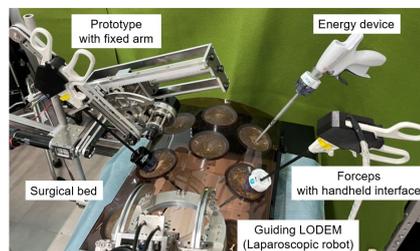


図9 Gear-train 型の試作機

③ Differential 型マニピュレータ試作機

開発したマニピュレータは、寸法が幅 420 mm×奥行 145 mm×高さ 340 mm、質量が 3.8 kg となり、機械的な RCM を有すること、Yaw 軸の可動範囲を満たすこと、Pivot 点の最大差異が 7.6 mm であること、鉗子先端の軌跡と理想軌跡の差異が 10.6 mm であること、手動での操作に必要な力は 32.5 N 以下であることを確認した (図10)。

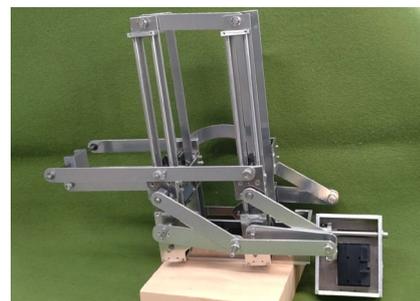


図10 Differential 型の試作機

(2) ローカル操作インタフェース

① Voice 式クロックポジション制御

構築した音声操作システムは、音声認識精度が 94 % 以上であること、粗動・微動・連続駆動の操作モードにおける音声認識時間は 0.93 s から 1.78 s で、遅延時間は 0.49 s から 0.58 s であること、手術助手ロボットを対象

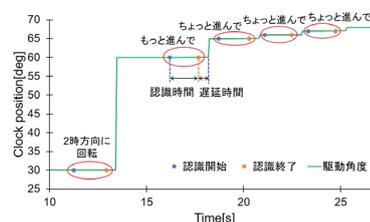


図11 Voice 式の認識・遅延時間

としたタスク操作における所要時間は on/off 手元スイッチよりも一部においては有意であり位置決め精度の有意性が示唆されること, 医師評価による提案システムの利点と要望を確認した (図 11).

② Touch-panel 式ピンチスワイプ制御

構築したタッチパネル操作インターフェースは, 3 自由度の手術助手ロボットの位置と姿勢を制御できること, タスク操作における所要時間は on/off 手元スイッチと同等であること, 医師評価による提案システムの利点と要望を確認した (図 12).

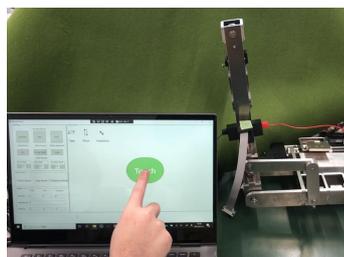


図 12 Touch-panel 式ピンチスワイプ制御の様子

③ Intra-abdominal 式リーダーフォロワー制御

開発した操作デバイスは, 機構本体が寸法は 98 mm×176 mm×221 mm で質量 446 g となり, 可動範囲は Pitch 軸, Yaw 軸が $\pm 60^\circ$ 以上, Insertion 軸が 100 mm, Roll 軸が $\pm 180^\circ$, Grasp 軸が 40° であり設計仕様を満たすこと, バックラッシュ量は 1.5° 以下であることを確認した. また, 構築したユニラテラル異構造リーダーフォロワー PTP 制御は, 腹部刺入点まわりの Pivot 運動 2 軸と挿入抜去 1 軸について, 手術助手ロボットが仕様の動作速度で追従すること, 機構特性を含む位置決め精度は回転 2 軸が 2.6° 以下で直動軸が 1.4 mm 以下であることを確認した (図 13).

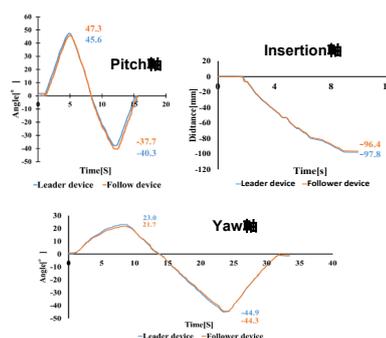


図 13 Intra-abdominal 式リーダーフォロワー制御の追従軌跡

④ Mask R-CNN 式ビジュアルフィードバック制御

構築した手元鉗子の画像認識システムは, 手術映像 6 例と模擬環境映像から作成した 1000 枚以上の学習データについて評価指標 AP が 0.86 であること, Mask-RCNN 処理時間は Linux OS で 300ms であること, 矩形近似と端点座標取得に 13 ms 要することを確認した. また, 統合ビジュアルフィードバック制御システムでは, 実行周期が 413 ms であること, 等速運動における動作軌跡計測の評価実験より遅延時間が 950 ms 以下であること, 手術助手ロボットの駆動量は手元鉗子の操作量と比べて 0.95 以上であることを確認した. さらに, 医師評価実験により, 手術助手ロボットが動かしたい方向へスムーズに動くこと, 動作の遅延よりも指定した位置で止まることが大切であることを確認した (図 14).

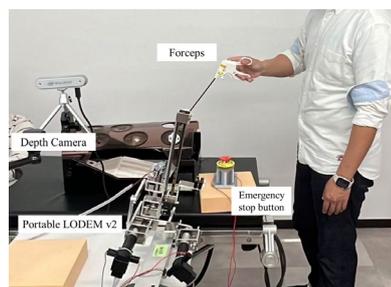


図 14 Mask R-CNN 式ビジュアルフィードバック制御の医師評価

本研究では, 内視鏡下微細手術の支援に向けて, 斜交関節の Diagonal 型, ラックギアに多段ギアトレインを沿わせる Gear-train 型, 平行リンクにスライダクランクを内蔵して差動駆動する Differential 型の 3 つの RCM 機構の術具マニピュレータを開発した. また, Voice 式クロックポジション操作によるオンオフ制御, Touch-panel 式ピンチスワイプ操作と Intra-abdominal 式デバイス操作によるリーダーフォロワー制御, Mask R-CNN 式サージカルツール操作によるビジュアルフィードバック制御の 4 つのローカル操作インターフェースを構築した. 医師による模擬手術などを通じて「内視鏡下手術支援ローカル操作助手マニピュレータ」を評価し, その基本性能と有用性, 機構構造・制御の追従性・深層学習と近似手法・実験手法に関する知見を得て課題を明らかにした.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Sasaki Ayumu, Kawai Toshikazu, Nishizawa Yuji, Nishikawa Atsushi, Nakamura Tatsuo	4. 巻 17
2. 論文標題 Surgical assistant manipulator with diagonal joints and multi-stage telescopic screws for laparoscopic solo surgery	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery	6. 最初と最後の頁 487 ~ 495
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s11548-021-02553-4	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 -

1. 著者名 西川敦, 岩本憲泰, 河合俊和, 鈴木寿, 片井均	4. 巻 38
2. 論文標題 内視鏡手術トレーニングのための手術器具と臓器の術中インタラクションの画像解析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 画像ラボ	6. 最初と最後の頁 22-28
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
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 -

〔学会発表〕 計21件（うち招待講演 0件／うち国際学会 7件）

1. 発表者名 三輪優花, 河合俊和, 西川敦, 西澤祐史, 中村達雄
2. 発表標題 マグネットギアを有するジンバル機構を備えた鉗子マニピュレータ
3. 学会等名 第35回ロボティクス・メカトロニクス講演会(ROBOMECH2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 河合俊和, 麦谷祐真, 西澤祐史, 西川敦
2. 発表標題 鉗子助手ロボットと画像認識に基づくローカル操作インタフェース
3. 学会等名 第63回日本生体医工学会大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Kenta Yokoyama, Toshikazu Kawai, Yuji Nishizawa, Atsushi Nishikawa, Tatsuo Nakamura
2. 発表標題 Surgical forceps assistant manipulator equipped with double gimbals for laparoscopic surgery
3. 学会等名 the 15th IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yuma Mugitani, Toshikazu Kawai, Yuji Nishizawa, Atsushi Nishikawa, Tatsuo Nakamura
2. 発表標題 Operating Interface for Surgical Assistant Robot Based on Orientation of Surgeon's Forceps Recognized by RGB and Depth Images
3. 学会等名 the 18th Asian Conference on Computer Aided Surgery (ACCAS 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yusuke Ogaki, Toshikazu Kawai, Atsushi Nishikawa, Yuji Nishizawa, Tatsuo Nakamura
2. 発表標題 Forceps Assistant Manipulator with Differential Mechanism using Slider cranks and Parallel links
3. 学会等名 the 18th Asian Conference on Computer Aided Surgery (ACCAS 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大垣佑輔, 河合俊和, 西川敦, 西澤祐史, 中村達雄
2. 発表標題 スライダクランクと平行リンクで構成される差動機構を用いた鉗子マニピュレータの開発
3. 学会等名 第23回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 麦谷祐真, 河合俊和, 西川敦, 西澤祐史, 中村達雄
2. 発表標題 手術助手ロボット制御のための Mask R-CNN による鉗子シャフト認識システムの構築
3. 学会等名 第23回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 奥家拓海, 河合俊和, 西川敦, 西澤祐史, 中村達雄
2. 発表標題 手術助手ロボットを操作するガングリップ式スイッチの開発と評価
3. 学会等名 第40回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大垣佑輔, 河合俊和, 西川敦, 西澤祐史, 中村達雄
2. 発表標題 スライダクランクと平行リンクの差動機構を備える鉗子マニピュレータ
3. 学会等名 第34回ロボティクス・メカトロニクス講演会 (ROBOMECH2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 麦谷祐真, 河合俊和, 西川敦, 西澤祐史, 中村達雄
2. 発表標題 鉗子シャフトの画像認識に基づく手術助手ロボットの操作インタフェース
3. 学会等名 第34回ロボティクス・メカトロニクス講演会 (ROBOMECH2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 奥家拓海, 河合俊和, 西川敦, 西澤祐史, 中村達雄
2. 発表標題 手術助手ロボットをガングリップ型スイッチで操作するラズベリーパイ組み込みシステム
3. 学会等名 第34回ロボティクス・メカトロニクス講演会(ROBOMECH2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yosuke Tsukimoto, Toshikazu Kawai, Atsushi Nishikawa, Yuji Nishizawa, Tatsuo Nakamura
2. 発表標題 Surgical Assistant Manipulator with Rack Gear and Gear Train Mechanism for Laparoscopic Surgery
3. 学会等名 the 14th IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kenta Yokoyama, Toshikazu Kawai, Atsushi Nishikawa, Yuji Nishizawa, Tatsuo Nakamura
2. 発表標題 Forceps Manipulator with Gimbal-Mounted Parallel Linkage and Belt-Pulley Slider for Laparoscopic Surgery
3. 学会等名 the 43rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuma Mugitani, Toshikazu Kawai, Yuji Nishizawa, Atsushi Nishikawa, Noriyasu Iwamoto, Yuki Horise, Ken Masamune
2. 発表標題 Intra-Abdominal Type Master Device for Teleoperated Laparoscopic Surgical Assistant Robot
3. 学会等名 the 43rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuta Egi, Toshikazu Kawai, Atsushi Nishikawa, Yuji Nishizawa, Tatsuo Nakamura
2. 発表標題 Voice Interactive Control System for Surgical Assistant Robot in Clock Position
3. 学会等名 the 43rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 江木勇太, 河合俊和, 西川敦, 西澤祐史, 中村達雄
2. 発表標題 音声操作する手術助手ロボットの姿勢制御
3. 学会等名 日本コンピュータ外科学(JSCAS2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 月本庸介, 河合俊和, 西川敦, 西澤祐史, 中村達雄
2. 発表標題 ラックギアとギアトレイン機構を備える鉗子マニピュレータの開発
3. 学会等名 日本コンピュータ外科学(JSCAS2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 江木勇太, 河合俊和, 西川敦, 西澤祐史, 中村達雄
2. 発表標題 執刀医との音声インタラクションで操作する手術助手ロボット
3. 学会等名 第33回ロボティクス・メカトロニクス講演会(ROBOMECH2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 月本庸介, 河合俊和, 西川敦, 西澤祐史, 中村達雄
2. 発表標題 ラックギアとギアトレイン機構を有する鉗子マニピュレータ
3. 学会等名 第33回ロボティクス・メカトロニクス講演会(ROBOMECH2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 横山健太, 河合俊和, 西川敦, 西澤祐史, 中村達雄
2. 発表標題 ジナル-平行リンクとベルト・プーリ機構を備える鉗子マニピュレータ
3. 学会等名 第33回ロボティクス・メカトロニクス講演会(ROBOMECH2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 麦谷祐真, 河合俊和, 西川敦, 岩本憲泰, 堀瀬友貴, 正宗賢
2. 発表標題 腹腔内型操作デバイスによる手術助手ロボットのテレオペレーション
3. 学会等名 第33回ロボティクス・メカトロニクス講演会(ROBOMECH2021)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

大阪工業大学 ロボティクス&デザイン工学部 ロボット工学科 医療ロボティクス研究室(河合研究室) https://medicalrobotics.ninja-web.net/

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	西川 敦 (Nishikawa Atsushi) (20283731)	大阪大学・大学院基礎工学研究科・教授 (14401)	
研究 分担者	西澤 祐吏 (Nishizawa Yuji) (50545001)	国立研究開発法人国立がん研究センター・東病院・室長 (82606)	

	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 協力者	中村 達雄 (Nakamura Tatsuo)		

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