

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-188038

(P2019-188038A)

(43) 公開日 令和1年10月31日(2019.10.31)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

A 6 1 B 34/37 (2016.01)

A 6 1 B 34/37

3 C 7 0 7

B 2 5 J 13/02 (2006.01)

B 2 5 J 13/02

A 6 1 B 34/35 (2016.01)

A 6 1 B 34/35

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2018-87501 (P2018-87501)
 (22) 出願日 平成30年4月27日 (2018. 4. 27)

(71) 出願人 000000974
 川崎重工業株式会社
 兵庫県神戸市中央区東川崎町 3 丁目 1 番 1 号
 (71) 出願人 514063179
 株式会社メディカロイド
 兵庫県神戸市中央区港島南町一丁目 6 番 5 号
 (74) 代理人 110000556
 特許業務法人 有古特許事務所
 (72) 発明者 東條 剛史
 兵庫県神戸市中央区東川崎町 3 丁目 1 番 1 号 川崎重工業株式会社内

最終頁に続く

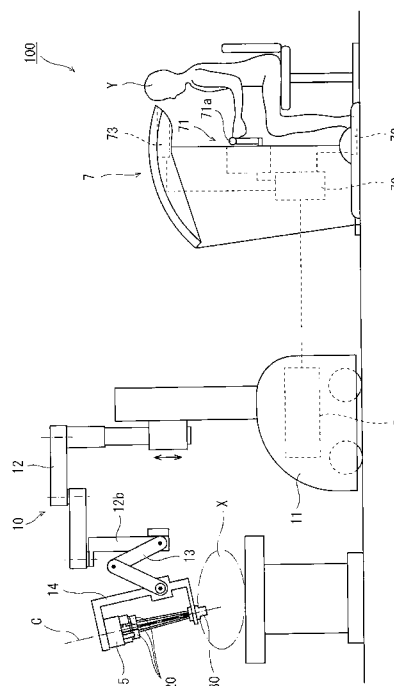
(54) 【発明の名称】 外科手術システム及び外科手術システムの制御方法

(57) 【要約】

【課題】 操作性のよい外科手術システムを提供する。

【解決手段】 近位端に対して遠位端を並進運動及び回転運動させる器具マニピュレータアームと、器具マニピュレータアームの遠位端に連なる手術器具 2 8 と、を有する器具マニピュレータ 2 1 と、手術器具に対する手術器具の並進運動の並進量及び回転運動の回転量を含む外科医の器具動作指令を受け付ける操作具を有するコンソール 7 と、器具マニピュレータを制御するコントローラ 3 と、を備え、コントローラは、操作具が受け付けた手術器具の並進量に所定の並進倍率値を乗算して実並進量を算出し、実並進量に対応して手術器具を動作させ、且つ操作具が受け付けた手術器具の回転量に所定の回転倍率値を乗算して実回転量を算出し、実回転量に対応して手術器具を動作させ、並進倍率値及び回転倍率値は異なる値とする。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

近位端に対して遠位端を並進運動及び回転運動させる器具マニピュレータアームと、前記器具マニピュレータアームの遠位端に連なる手術器具と、を有する器具マニピュレータと、

前記手術器具に対する前記手術器具の並進運動の並進量及び回転運動の回転量を含む外科医の器具動作指令を受け付ける操作具を有するコンソールと、

前記器具マニピュレータを制御するコントローラと、を備え、

前記コントローラは、前記操作具が受け付けた前記手術器具の前記並進量に所定の並進倍率値を乗算して実並進量を算出し、該実並進量に対応して前記手術器具を動作させ、且つ前記操作具が受け付けた前記手術器具の前記回転量に所定の回転倍率値を乗算して実回転量を算出し、該実回転量に対応して前記手術器具を動作させ、

前記並進倍率値及び前記回転倍率値は異なる値である、外科手術システム。

【請求項 2】

前記回転倍率値は前記並進倍率値よりも大きい値である、請求項 1 に記載の外科手術システム。

【請求項 3】

予め設定された進入規制境界を含む境界によって囲まれる撮影領域を撮影するカメラプロップを有する内視鏡を備え、

前記コンソールは、前記カメラプロップが撮影した画像を表示する表示領域を有するディスプレイモジュールを有し、前記ディスプレイモジュールは前記進入規制境界を前記表示領域の上側に位置させて前記カメラプロップが撮影した画像を表示し、

前記コントローラは、前記器具動作指令に前記器具マニピュレータの遠位端側に設定された規制対象区間が前記進入規制境界に進入するように前記手術器具を動作させる指令が含まれると判定すると、前記規制対象区間が前記進入規制境界に進入するように前記手術器具を動作させる方向への前記手術器具の動作を規制する、請求項 1 に記載の外科手術システム。

【請求項 4】

前記内視鏡は、近位端に対して遠位端を並進運動及び回転運動させる内視鏡マニピュレータアームを有し、前記内視鏡の遠位端には前記カメラプロップが連なり、

前記操作具は、前記カメラプロップに対する前記カメラプロップの並進運動の並進量及び回転運動の回転量を含む外科医の内視鏡マニピュレータ動作指令を受け付け、

前記コントローラは、前記内視鏡マニピュレータ動作指令に前記規制対象区間が前記進入規制境界に進入するように前記カメラプロップを動作させる指令が含まれると判定すると、前記規制対象区間が前記進入規制境界に進入するように前記カメラプロップを動作させる方向への前記カメラプロップの動作を規制する、請求項 3 に記載の外科手術システム。

【請求項 5】

近位端に対して遠位端を並進運動及び回転運動させる内視鏡マニピュレータアームと、前記内視鏡マニピュレータアームの遠位端に連なるカメラプロップとを有する内視鏡と、

前記内視鏡マニピュレータアームが挿通される内視鏡挿通孔を有するエントリーガイドと、を備え、

前記コンソールは、前記カメラプロップが撮影した画像を所定の向きで表示する表示領域を有するディスプレイモジュールを有し、

前記エントリーガイドは、前記内視鏡挿通孔の中心軸を中心とする円周方向への前記内視鏡マニピュレータアームの回動を規制する回動規制構造を有する、請求項 1 に記載の外科手術システム。

【請求項 6】

前記エントリーガイドは、前記器具マニピュレータアームが挿通される器具マニピュレータ挿通孔を有し、

前記器具マニピュレータアームは、前記器具マニピュレータ挿通孔の中心軸を中心とする円周方向に回動自在である、請求項 5 に記載の外科手術システム。

【請求項 7】

前記エントリーガイドの中心軸を中心とする円周方向に回動可能に前記エントリーガイドを支持するエントリーガイド支持構造を有する、請求項 5 に記載の外科手術システム。

【請求項 8】

近位端に対して遠位端を並進運動及び回転運動させる内視鏡マニピュレータアームと、前記内視鏡マニピュレータアームの遠位端に連なるカメラプローブとを有する内視鏡と、前記器具マニピュレータアーム及び前記内視鏡マニピュレータアームが挿通される挿通孔を有するエントリーガイドとを備え、

10

前記コントローラは、前記器具マニピュレータアームを前記エントリーガイドに対して前記挿通孔が延びる方向に所定の第 1 移動範囲で移動させ、且つ前記内視鏡マニピュレータアームを、前記エントリーガイドに対して前記挿通孔が延びる方向に所定の第 2 移動範囲で移動させ、

前記第 2 移動範囲の遠位端側の限界は、前記第 1 移動範囲の遠位端側の限界よりも近位端側に位置する、請求項 1 に記載の外科手術システム。

【請求項 9】

前記器具マニピュレータアーム及び前記手術器具が挿通される挿通孔を有するエントリーガイドを有し、

前記器具マニピュレータアームは、前記前記手術器具の近位側に設けられ、前記器具マニピュレータアームの前記並進運動及び前記回転運動の少なくとも一部を行わせる手首構造を有し、

20

前記器具マニピュレータは、作動により前記手首構造の動作を規制し且つ作動解除により前記手首構造の動作を許容するブレーキを有し、

前記コントローラは、前記器具マニピュレータアームが延びる方向において前記手首構造が前記エントリーガイドの遠位端の近位端側及び前記エントリーガイドの遠位端上に位置するときは前記ブレーキを作動させる、請求項 1 に記載の外科手術システム。

【請求項 10】

前記器具マニピュレータアーム及び前記手術器具が挿通される器具マニピュレータ挿通孔を有するエントリーガイドを有し、

30

前記器具マニピュレータアームは、前記前記手術器具の近位側に設けられ、その動作によって前記器具マニピュレータアームの前記並進運動及び前記回転運動の少なくとも一部を行わせる手首構造を有し、

前記コントローラは、前記器具マニピュレータアームが延びる方向において前記手首構造が前記エントリーガイドの遠位端の近位側及び前記エントリーガイドの遠位端上に位置するときは前記器具動作指令に含まれる前記手首構造の動作指令を無効化する、請求項 1 に記載の外科手術システム。

【請求項 11】

患者の体腔を形成する体壁の形状を検出するための情報を検知する体壁形状検知部を有する内視鏡と、

40

前記外科医に対する情報の報知を行う報知部と、を備え、

前記コントローラは、前記体壁形状検知部が検知した情報に基づいて前記体壁の形状を算出し、

算出した前記体壁の形状に基づいて進入禁止領域を設定し、

前記進入禁止領域に前記器具マニピュレータが進入したか否かを繰り返し判定し、前記進入禁止領域に前記器具マニピュレータが進入したと判定すると、前記報知部を制御して前記外科医に前記進入禁止領域への前記器具マニピュレータの進入を報知する、請求項 1 に記載の外科手術システム。

【請求項 12】

前記体壁形状検知部は、前記内視鏡の遠位端に設けられ、所定の間隔で並ぶ一対のカメ

50

ラプロープであり、

前記コントローラは、

一対の前記カメラプロープが撮影した画像に記録された前記体壁に散点的に複数の注目点を設定し、

各前記注目点について、一方の前記カメラプロープが撮影した画像である第 1 画像の前記注目点の位置と、他方の前記カメラプロープが前記第 1 画像と同時に撮影した画像である第 2 画像の前記注目点の位置との相対的な位置関係に基づいて所定の基準点に対する前記注目点の座標を算出し、

算出した複数の前記注目点の 3 次元座標に基づいて、前記体壁の形状を算出する、請求項 1 1 に記載の外科手術システム。

10

【請求項 1 3】

前記内視鏡は、前記内視鏡の遠位端に設けられ、レーザ光を照射するレーザポイントを備え、

前記コントローラは、前記第 1 画像及び前記第 2 画像の前記注目点を前記第 1 画像及び前記第 2 画像に記録された前記レーザ光の照射部位をそれぞれ前記第 1 画像及び前記第 2 画像の前記注目点に設定する、請求項 1 2 に記載の外科手術システム。

【請求項 1 4】

前記コントローラは、前記第 1 画像に記録された前記体壁に前記注目点を設定し、前記第 1 画像と前記第 2 画像のパターンマッチングによって前記第 2 画像に記録された前記体壁における前記第 1 画像の前記注目点の場所と同じ場所を算出して前記第 2 画像の前記注目点に設定する、請求項 1 2 に記載の外科手術システム。

20

【請求項 1 5】

所定の間隔で並ぶ一対のカメラプロープを有する内視鏡と、

前記外科医に対する情報の報知を行う報知部と、を備え、

前記コントローラは、

前記カメラプロープが撮影した画像に記録された患者の体腔を形成する体壁に注目点を設定し、

一方の前記カメラプロープが撮影した画像である第 1 画像の前記注目点の位置と、他方の前記カメラプロープが撮影した画像である第 2 画像の前記注目点の位置との相対的な位置関係に基づいて前記注目点に対する一対の前記カメラプロープの位置である初期位置を算出し、

30

前記第 1 画像の前記注目点の位置と、前記第 2 画像の前記注目点の位置との相対的な位置関係に基づいて前記注目点に対する前記カメラプロープの位置である現在位置を繰り返し算出し、

前記初期位置に対して前記現在位置が所定の閾値以上に変化したか否かを判定し、

前記初期位置に対して前記現在位置が所定の閾値以上に変化したと判定すると、前記報知部を制御して前記現在位置の変化を報知する、請求項 1 に記載の外科手術システム。

【請求項 1 6】

前記内視鏡は、近位端に対して遠位端を並進運動及び回転運動させる内視鏡マニピュレータアームを有し、前記内視鏡の遠位端には一対の前記カメラプロープが連なり、

40

前記コントローラは、前記初期位置に対して前記現在位置が所定の閾値以上に変化したと判定すると、一対の前記カメラプロープを前記初期位置に向かって動作させる、請求項 1 5 に記載の外科手術システム。

【請求項 1 7】

近位端に対して遠位端を並進運動及び回転運動させる器具マニピュレータアームと、前記器具マニピュレータアームの遠位端に連なる手術器具と、を有する器具マニピュレータと、

前記手術器具に対する前記手術器具の並進運動の並進量及び回転運動の回転量を含む外科医の器具動作指令を受け付ける操作具を有するコンソールと、

前記器具マニピュレータを制御するコントローラと、を備える外科手術システムの制御

50

方法であって、

前記コントローラが前記操作具が受け付けた前記手術器具の前記並進量に所定の並進倍率値を乗算して実並進量を算出するステップと、

前記コントローラが該実並進量に対応して前記手術器具を動作させるステップと、

前記コントローラが前記操作具が受け付けた前記手術器具の前記回転量に前記並進倍率値と異なる値である所定の回転倍率値を乗算して実回転量を算出するステップと、

前記コントローラが該実回転量に対応して前記手術器具を動作させるステップとを有する、外科手術システムの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、外科手術システム及び外科手術システムの制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、マスタスレイブ型の手術支援ロボットを含む外科手術システムが知られている。外科手術システムを用いた手術では、術者がコンソールを用いて手術支援ロボットの動作を遠隔操作して、手術支援ロボットが患者の手術部位に施術する。例えば、特許文献1には、この種の外科手術システムが開示されている。

【0003】

特許文献1の遠隔操作手術システムは、単孔式腹腔鏡下手術を行うためのものである。この遠隔操作手術システムは、ペイシェントカート（手術支援ロボットに相当する）と、サージョンコンソールとを備える。ペイシェントカートは、マニピュレータに支持された複数の外科装置アセンブリを備える。外科装置アセンブリは、手術器具及び可動手首を含むインストルメント、インストルメントの駆動装置、及び、それらを連結する滅菌アダプタを含む。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特表2016-530004号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

腹腔鏡下手術では、患者の腹腔に手術器具が挿入され手術が行われる。そのため、腹腔内に手術器具や内視鏡が集中し、手術器具同士の干渉や作業スペースが狭小になることによって、術具操作が困難とされている。

【0006】

本発明は以上の事情に鑑みてされたものであり、その目的は、腹腔鏡下手術用の外科手術システムにおいて、手術器具同士の干渉を回避するように、術者の術具操作を支援することにある。

【課題を解決するための手段】

40

【0007】

上記課題を解決するため、本発明のある態様に係る外科手術システムは、近位端に対して遠位端を並進運動及び回転運動させる器具マニピュレータアームと、前記器具マニピュレータアームの遠位端に連なる手術器具と、を有する器具マニピュレータと、前記手術器具に対する前記手術器具の並進運動の並進量及び回転運動の回転量を含む外科医の器具動作指令を受け付ける操作具を有するコンソールと、前記器具マニピュレータを制御するコントローラと、を備え、前記コントローラは、前記操作具が受け付けた前記手術器具の前記並進量に所定の並進倍率値を乗算して実並進量を算出し、該実並進量に対応して前記手術器具を動作させ、且つ前記操作具が受け付けた前記手術器具の前記回転量に所定の回転倍率値を乗算して実回転量を算出し、該実回転量に対応して前記手術器具を動作させ、前

50

記並進倍率値及び前記回転倍率値は異なる値である。

【0008】

この構成によれば、手術器具の移動操作と姿勢変更操作という異なる操作毎に異なるスケールで手術器具を動作させることができる。よって、外科手術システムの操作性を向上させることができる。

【0009】

前記回転倍率値は前記並進倍率値よりも大きい値であってもよい。

【0010】

この構成によれば、術者は手術器具を容易に精密に移動させることができる。その一方で、術者は手術器具の姿勢を速やかに変更することができる。したがって、外科手術システムの操作性を向上させることができる。

10

【0011】

予め設定された進入規制境界を含む境界によって囲まれる撮影領域を撮影するカメラプロップを有する内視鏡を備え、前記コンソールは、前記カメラプロップが撮影した画像を表示する表示領域を有するディスプレイモジュールを有し、前記ディスプレイモジュールは前記進入規制境界を前記表示領域の上側に位置させて前記カメラプロップが撮影した画像を表示し、前記コントローラは、前記器具動作指令に前記器具マニピュレータの遠位端側に設定された規制対象区間が前記進入規制境界に進入するように前記手術器具を動作させる指令が含まれると判定すると、前記規制対象区間が前記進入規制境界に進入するように前記手術器具を動作させる方向への前記手術器具の動作を規制してもよい。

20

【0012】

この構成によれば、ディスプレイモジュールに表示される画像の器具マニピュレータが延びる方向を術者の腕が延びる方向と同等に維持することができ、外科手術システムの操作性を向上させることができる。

【0013】

前記内視鏡は、近位端に対して遠位端を並進運動及び回転運動させる内視鏡マニピュレータアームを有し、前記内視鏡の遠位端には前記カメラプロップが連なり、前記操作具は、前記カメラプロップに対する前記カメラプロップの並進運動の並進量及び回転運動の回転量を含む外科医の内視鏡マニピュレータ動作指令を受け付け、前記コントローラは、前記内視鏡マニピュレータ動作指令に前記規制対象区間が前記進入規制境界に進入するように前記カメラプロップを動作させる指令が含まれると判定すると、前記規制対象区間が前記進入規制境界に進入するように前記カメラプロップを動作させる方向への前記カメラプロップの動作を規制してもよい。

30

【0014】

この構成によれば、ディスプレイモジュールに表示される画像の器具マニピュレータが延びる方向を術者の腕が延びる方向と同等に維持することができ、外科手術システムの操作性を向上させることができる。

【0015】

近位端に対して遠位端を並進運動及び回転運動させる内視鏡マニピュレータアームと、前記内視鏡マニピュレータアームの遠位端に連なるカメラプロップとを有する内視鏡と、前記内視鏡マニピュレータアームが挿通される内視鏡挿通孔を有するエントリーガイドと、を備え、前記コンソールは、前記カメラプロップが撮影した画像を所定の向きで表示する表示領域を有するディスプレイモジュールを有し、前記エントリーガイドは、前記内視鏡挿通孔の中心軸を中心とする円周方向への前記内視鏡マニピュレータアームの回動を規制する回動規制構造を有していてもよい。

40

【0016】

この構成によれば、エントリーガイド及び器具マニピュレータに対する内視鏡の画像の向きを維持することができ、術者が手術器具の位置を容易に認識することができる。これによって、外科手術システムの操作性を向上させることができる。

【0017】

50

前記エントリーガイドは、前記器具マニピュレータアームが挿通される器具マニピュレータ挿通孔を有し、前記器具マニピュレータアームは、前記器具マニピュレータ挿通孔の中心軸を中心とする円周方向に回動自在であってもよい。

【0018】

この構成によれば、更に外科手術システムの操作性を向上させることができる。

【0019】

前記エントリーガイドの中心軸を中心とする円周方向に回動可能に前記エントリーガイドを支持するエントリーガイド支持構造を有していてもよい。

【0020】

この構成によれば、エントリーガイド及び器具マニピュレータに対する内視鏡の画像の向きを維持したまま、手術支援ロボットの遠位端の姿勢を変更することができる。よって、外科手術システムの操作性を向上させることができる。

【0021】

近位端に対して遠位端を並進運動及び回転運動させる内視鏡マニピュレータアームと、前記内視鏡マニピュレータアームの遠位端に連なるカメラプローブとを有する内視鏡と、前記器具マニピュレータアーム及び前記内視鏡マニピュレータアームが挿通される挿通孔を有するエントリーガイドとを備え、前記コントローラは、前記器具マニピュレータアームを前記エントリーガイドに対して前記挿通孔が延びる方向に所定の第1移動範囲で移動させ、且つ前記内視鏡マニピュレータアームを、前記エントリーガイドに対して前記挿通孔が延びる方向に所定の第2移動範囲で移動させ、前記第2移動範囲の遠位端側の限界は、前記第1移動範囲の遠位端側の限界よりも近位端側に位置してもよい。

【0022】

この構成によれば、カメラプローブの視界から手術器具が外れて、手術器具を見失うことを効果的に防止することができる。これによって、外科手術システムの操作性を向上させることができる。

【0023】

前記器具マニピュレータアーム及び前記手術器具が挿通される挿通孔を有するエントリーガイドを有し、前記器具マニピュレータアームは、前記前記手術器具の近位側に設けられ、前記器具マニピュレータアームの前記並進運動及び前記回転運動の少なくとも一部を行わせる手首構造を有し、前記器具マニピュレータは、作動により前記手首構造の動作を規制し且つ作動解除により前記手首構造の動作を許容するブレーキを有し、前記コントローラは、前記器具マニピュレータアームが延びる方向において前記手首構造が前記エントリーガイドの遠位端の近位端側及び前記エントリーガイドの遠位端上に位置するときは前記ブレーキを作動させてもよい。

【0024】

この構成によれば、器具マニピュレータを速やかに患者の体腔に送り込むことができ、外科手術システムの操作性を向上させることができる。

【0025】

前記器具マニピュレータアーム及び前記手術器具が挿通される器具マニピュレータ挿通孔を有するエントリーガイドを有し、前記器具マニピュレータアームは、前記前記手術器具の近位側に設けられ、その動作によって前記器具マニピュレータアームの前記並進運動及び前記回転運動の少なくとも一部を行わせる手首構造を有し、前記コントローラは、前記器具マニピュレータアームが延びる方向において前記手首構造が前記エントリーガイドの遠位端の近位側及び前記エントリーガイドの遠位端上に位置するときは前記器具動作指令に含まれる前記手首構造の動作指令を無効化してもよい。

【0026】

この構成によれば、器具マニピュレータを速やかに患者の体腔に送り込むことができ、外科手術システムの操作性を向上させることができる。

【0027】

患者の体腔を形成する体壁の形状を検出するための情報を検知する体壁形状検知部を有

10

20

30

40

50

する内視鏡と、前記外科医に対する情報の報知を行う報知部と、を備え、前記コントローラは、前記体壁形状検知部が検知した情報に基づいて前記体壁の形状を算出し、算出した前記体壁の形状に基づいて進入禁止領域を設定し、前記進入禁止領域に前記器具マニピュレータが進入したか否かを繰り返し判定し、前記進入禁止領域に前記器具マニピュレータが進入したと判定すると、前記報知部を制御して前記外科医に前記進入禁止領域への前記器具マニピュレータの進入を報知してもよい。

【0028】

この構成によれば、器具マニピュレータと体壁との干渉を防止することができ、外科手術システムの操作性を向上させることができる。

【0029】

前記体壁形状検知部は、前記内視鏡の遠位端に設けられ、所定の間隔で並ぶ一対のカメラプローブであり、前記コントローラは、一対の前記カメラプローブが撮影した画像に記録された前記体壁に散点的に複数の注目点を設定し、各前記注目点について、一方の前記カメラプローブが撮影した画像である第1画像の前記注目点の位置と、他方の前記カメラプローブが前記第1画像と同時に撮影した画像である第2画像の前記注目点の位置との相対的な位置関係に基づいて所定の基準点に対する前記注目点の座標を算出し、算出した複数の前記注目点の3次元座標に基づいて、前記体壁の形状を算出してもよい。

【0030】

この構成によれば、内視鏡を用いて体壁の形状を適切に算出することができる。

【0031】

前記内視鏡は、前記内視鏡の遠位端に設けられ、レーザ光を照射するレーザポイントを備え、前記コントローラは、前記第1画像及び前記第2画像の前記注目点を前記第1画像及び前記第2画像に記録された前記レーザ光の照射部位をそれぞれ前記第1画像及び前記第2画像の前記注目点に設定してもよい。

【0032】

この構成によれば、体壁の形状を容易に算出することができる。

【0033】

前記コントローラは、前記第1画像に記録された前記体壁に前記注目点を設定し、前記第1画像と前記第2画像のパターンマッチングによって前記第2画像に記録された前記体壁における前記第1画像の前記注目点の場所と同じ場所を算出して前記第2画像の前記注目点に設定してもよい。

【0034】

この構成によれば、簡易な構成で体壁の形状を容易に算出することができる。

【0035】

所定の間隔で並ぶ一対のカメラプローブを有する内視鏡と、前記外科医に対する情報の報知を行う報知部と、を備え、前記コントローラは、前記カメラプローブが撮影した画像に記録された患者の体腔を形成する体壁に注目点を設定し、一方の前記カメラプローブが撮影した画像である第1画像の前記注目点の位置と、他方の前記カメラプローブが撮影した画像である第2画像の前記注目点の位置との相対的な位置関係に基づいて前記注目点に対する一対の前記カメラプローブの位置である初期位置を算出し、前記第1画像の前記注目点の位置と、前記第2画像の前記注目点の位置との相対的な位置関係に基づいて前記注目点に対する前記カメラプローブの位置である現在位置を繰り返し算出し、前記初期位置に対して前記現在位置が所定の閾値以上に変化したか否かを判定し、前記初期位置に対して前記現在位置が所定の閾値以上に変化したと判定すると、前記報知部を制御して前記現在位置の変化を報知してもよい。

【0036】

この構成によれば、エントリーガイドの位置が予期せず変化して、これによりカメラプローブの位置が変化したことを術者に認識させることができる。これによって、外科手術システムの操作性を向上させることができる。

【0037】

10

20

30

40

50

前記内視鏡は、近位端に対して遠位端を並進運動及び回転運動させる内視鏡マニピュレータアームを有し、前記内視鏡の遠位端には一对の前記カメラプロブが連なり、前記コントローラは、前記初期位置に対して前記現在位置が所定の閾値以上に変化したと判定すると、一对の前記カメラプロブを前記初期位置に向かって動作させてもよい。

【0038】

この構成によれば、エントリーガイドの位置が予期せず変化して、これによりカメラプロブの位置が変化した場合であっても、カメラプロブは、自動的に初期位置に復帰するので、術者の操作性への悪影響を緩和することができ、外科手術システムの操作性を向上させることができる。

【0039】

10

上記課題を解決するため、本発明のある態様に係る外科手術システムの制御方法は、近位端に対して遠位端を並進運動及び回転運動させる器具マニピュレータアームと、前記器具マニピュレータアームの遠位端に連なる手術器具と、を有する器具マニピュレータと、前記手術器具に対する前記手術器具の並進運動の並進量及び回転運動の回転量を含む外科医の器具動作指令を受け付ける操作具を有するコンソールと、前記器具マニピュレータを制御するコントローラと、を備える外科手術システムの制御方法であって、前記コントローラが前記操作具が受け付けた前記手術器具の前記並進量に所定の並進倍率値を乗算して実並進量を算出するステップと、前記コントローラが該実並進量に対応して前記手術器具を動作させるステップと、前記コントローラが前記操作具が受け付けた前記手術器具の前記回転量に前記並進倍率値と異なる値である所定の回転倍率値を乗算して実回転量を算出するステップと、前記コントローラが該実回転量に対応して前記手術器具を動作させるステップとを有する。

20

【0040】

この構成によれば、手術器具の移動操作と姿勢変更操作という異なる操作毎に異なるスケールで手術器具を動作させることができる。よって、外科手術システムの操作性を向上させることができる。

【発明の効果】

【0041】

本発明は、外科手術システムの操作性を向上させることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

30

【0042】

【図1】本発明の実施の形態1に係る外科手術システムの全体的な構成例を概略的に示す図である。

【図2】図1の外科手術システムの制御系統の構成例を概略的に示すブロック図である。

【図3】図1の外科手術システムの支持ブロックへの手術アセンブリの配置構成を示す図である。

【図4】図1の外科手術システムの手術器具を有する手術アセンブリの構成例を示す側面図である。

【図5】図1の外科手術システムの手術支援ロボットの遠位端の構成例を示す斜視図である。

40

【図6】図1の外科手術システムの内視鏡カメラを有する手術アセンブリの構成例を示す側面図である。

【図7】図1の外科手術システムのカメラプロブと撮影領域との関係を説明する図である。

【図8】図1の外科手術システムのディスプレイモジュールの構成例を示す図である。

【図9】図1の外科手術システムのスケール変更処理の一例を示すフローチャートである。

【図10】図1の外科手術システムの境界進入規制処理の一例を示すフローチャートである。

【図11A】図1の外科手術システムの境界進入規制処理の動作例を示す図であり、ディ

50

スプレイモジュールに表示される画像を示す図である。

【図 1 1 B】図 1 の外科手術システムの境界進入規制処理の動作例を示す図であり、ディスプレイモジュールに表示される画像を示す図である。

【図 1 2】図 1 の外科手術システムの進出規制処理の一例を示すフローチャートである。

【図 1 3】図 1 の外科手術システムの進出規制処理における動作例を示す図である。

【図 1 4】図 1 の外科手術システムの体壁干渉防止処理の一例を示すフローチャートである。

【図 1 5】図 1 の外科手術システムの体壁干渉防止処理における体壁形状算出処理の一例を示すフローチャートである。

【図 1 6】図 1 の外科手術システムの体壁干渉防止処理における動作例を示す図である。

【図 1 7】図 1 の外科手術システムの体壁形状算出処理を説明する説明図である。

【図 1 8】図 1 の外科手術システムの位置変化相殺処理の一例を示すフローチャートである。

【図 1 9】図 1 の外科手術システムの位置変化相殺処理における位置算出処理の一例を示すフローチャートである。

【図 2 0】本発明の実施の形態 2 に係る外科手術システムの手術支援ロボットの遠位端を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0043】

次に、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。なお、以下の実施の形態によって本発明が限定されるものではない。また、以下では、全ての図を通じて、同一又は相当する要素には同一の参照符号を付して、その重複する説明を省略する。

【0044】

(実施の形態 1)

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る外科手術システム 100 の全体的な構成例を概略的に示す図であり、図 2 は、外科手術システム 100 の制御系統の構成例を概略的に示すブロック図である。図 1 及び図 2 に示す外科手術システム 100 は、単孔式腹腔鏡下手術を行うためのものであって、手術支援ロボット 1 と、コンソール 7 と、外科手術システム 100 を制御するコントローラ 3 と、を備える。以下、外科手術システム 100 の各構成要素について詳細に説明する。

【0045】

〔手術支援ロボット 1〕

手術支援ロボット 1 は、外科手術システム 100 と患者 X とのインターフェースを構成する。手術支援ロボット 1 は、滅菌野である手術室内において患者 X が横たわる手術台の傍らに配置される。

【0046】

手術支援ロボット 1 は、複数の手術アセンブリ 20 と、エントリーガイド 30 と、患者 X に対し手術アセンブリ 20 及びエントリーガイド 30 を位置決めするポジショナ 10 とを含む。ポジショナ 10 は、エントリーガイド 30 を患者 P の体腔（腹腔）内の手術対象部位に向かう方向に伸びる所定の中心軸 C と同軸に位置決めし、エントリーガイド 30 に挿入した複数の手術アセンブリ 20 を支持する。

【0047】

エントリーガイド 30 は、剛性を有する管（図 5 参照）であり、患者の体表に留置されたカニューレ（図示略）に取り付けられ、各手術アセンブリ 20 が挿通される挿通孔、すなわち、2 つの器具マニピュレータ挿通孔 30 A 及び 1 つの内視鏡挿通孔 30 B を有する。各挿通孔は、中心軸が中心軸 C と平行に延び、対応する挿通孔に挿通された手術アセンブリ 20 の中心軸を挿通孔の中心軸と同軸に保持し、且つ挿通孔の延在方向、すなわち中心軸 C が延びる方向に案内する。また、各挿通孔の内周面は横断面が円形に形成され、手術アセンブリ 20 を挿通孔の中心軸を中心とする円周方向に回転させることができる。更に、各挿通孔は、シャフト 26、リスト 27、及びリスト 27 に連なる手術器具 28 又は

10

20

30

40

50

内視鏡カメラユニット 33 等のエンドエフェクタを挿通可能な径を有する。なお、器具マニピュレータ挿通孔 30A 及び内視鏡挿通孔 30B は、中心軸が中心軸 L と一致する 1 つの挿通孔であってもよい。

【0048】

ポジショナ 10 は、手術アセンブリ 20 及びエントリーガイド 30 を支持、案内する支持装置としての機能を有する。ポジショナ 10 は、台車 11 に支持された水平多関節型マニピュレータ 12 と、水平多関節型マニピュレータ 12 の遠位端部に設けられた支持部材 12b と、この支持部材 12b を介して水平多関節型マニピュレータ 12 に支持された垂直多関節型マニピュレータ 13 と、垂直多関節型マニピュレータ 13 の遠位端部に設けられた支持フレーム 14 とを含む。支持フレーム 14 は、水平多関節型マニピュレータ 12 及び垂直多関節型マニピュレータ 13 の姿勢を変更することによって、中心軸 C を中心とする円周方向における姿勢を変更することが可能である。但し、ポジショナ 10 の構成は本実施形態に限定されず、エントリーガイド 30 を目標位置（姿勢を含む）へ良好な精度で位置決めできるものであればよい。ポジショナ 10 の水平多関節型マニピュレータ 12 及び垂直多関節型マニピュレータ 13 は、各関節について設けられたサーボモータ、及び、サーボモータの動力を関節へ伝達する動力伝達機構を含む駆動部を備える（いずれも図示略）。

10

【0049】

支持フレーム 14 はチャンネル型を呈し、中心軸 C が延びる方向において、一方の端部と他方の端部とが間をおいて対峙している。支持フレーム 14 の一方の端部には、エントリーガイド 30 を支持するエントリーガイド支持部 14b が設けられている。また、支持フレーム 14 の他方の端部には、手術装置支持部 14a が設けられている。

20

【0050】

図 3 は、外科手術システム 100 の支持ブロック 15 への手術アセンブリ 20 の配置構成を示す図であり、中心軸 C の延在方向から支持ブロック 15 を見た図である。

【0051】

手術装置支持部 14a には、複数の手術アセンブリ 20 を纏めて支持する支持ブロック 15 が設けられている。本実施の形態において、複数の手術アセンブリ 20 は、手術器具 28 を有する 2 つの手術アセンブリ 20A と、内視鏡カメラユニット 33 を有する 1 つの手術アセンブリ 20B とを含む。これら 3 つの手術アセンブリ 20 は、図 3 に示すように、中心軸 C を中心とする円周方向に並んで配置されている。

30

【0052】

そして、支持フレーム 14 の中心軸 C を中心とする円周方向における姿勢が変更されると、エントリーガイド 30 及び手術装置支持部 14a に支持された器具マニピュレータ 21 の中心軸 C を中心とする円周方向における姿勢も変更される。ポジショナ 10 がエントリーガイド 30 の中心軸を中心とする円周方向に回動可能にエントリーガイド 30 を支持するエントリーガイド支持構造である。

【0053】

なお、「近位」又は「近位に」という用語は、システム運動の運動連鎖に沿うポジショナ 10 により近い或いはシステム運動の運動連鎖に沿う運動の遠隔中心（又は手術部位）から更に離れる物体又は要素を一般的な方法において記載するために用いられる。同様に、「遠位」又は「遠位に」という用語は、システム運動の運動連鎖に沿うポジショナ 10 から更に離れる或いはシステム運動の運動連鎖に沿う運動の遠隔中心（又は手術部位）により近い物体又は要素を一般的な方法において記載するために用いられる。

40

【0054】

（手術アセンブリ 20A）

図 4 は、外科手術システム 100 の手術器具 28 を有する手術アセンブリ 20A の一例を示す側面図である。図 5 は、外科手術システム 100 の手術支援ロボット 1 の遠位端を示す斜視図である。

【0055】

50

図４に示す手術アセンブリ２０Ａは、遠位端に手術器具２８が設けられた器具マニピュレータ２１と、器具マニピュレータ２１と連結され、器具マニピュレータ２１を駆動する駆動ユニット２２とを備える。

【００５６】

器具マニピュレータ２１は、ベース２３、細長い中空シャフト状のシャフト２６、リスト２７、及びエンドエフェクタとしての手術器具２８が、近位から遠位に向かってこの順に連なっている。なお、「連なる」とは、２つのものが直接接続されている場合のみならず、２つのものの間に他のものが介在し、間接的に接続されている場合も含む。ベース２３、シャフト２６、リスト２７、及び手術器具２８は一体的に構成されている。

【００５７】

ベース２３は、後述する第２サブ駆動ユニット２２Ｂと脱着可能に接続されるコネクタであり、内部に後述する従動側プーリ２５ａ、伝動ワイヤ２５ｂ等の伝動ユニットを収容する筐体である。

【００５８】

シャフト２６は、剛性を有する管で構成され、近位端がベース２３に取り付けられ、その中心軸Ｌが一直線に延びる。そして、図５に示すように、シャフト２６は器具マニピュレータ挿通孔３０Ａに挿通され、シャフト２６は、器具マニピュレータ挿通孔３０Ａに対して、この挿通孔が延びる方向に移動可能となっている。また、シャフト２６の外周面は、横断面が円形に形成され、器具マニピュレータ挿通孔３０Ａに対して器具マニピュレータ挿通孔３０Ａの中心軸、すなわちシャフト２６の中心軸Ｌを中心とする円周方向に回動可能となっている。なお、器具マニピュレータ挿通孔３０Ａの中心軸はエントリーガイド３０の中心軸から偏心して位置しており、中心軸Ｃを中心とする円周方向にエントリーガイド３０を回動させると、エントリーガイド３０と共に手術アセンブリ２０Ａも中心軸Ｃを中心とする円周方向に回動する。シャフト２６の内部空間は近位側においてベース２３の内部空間と接続され、遠位側においてリスト２７と接続され、ベース２３からリスト２７に向かって延びる後述する伝動ワイヤ２５ｂがシャフト２６の内部空間に位置している。

【００５９】

図４及び図５に示すように、リスト（手首構造）２７は、近位端がシャフト２６の遠位端に連なる。リスト２７は、例えば中心軸Ｌを中心とする径方向への曲げ動作を行う関節である近位側曲げ関節６１及び遠位側曲げ関節６２と、中心軸Ｌを中心とする円周方向へのねじり動作を行う手首関節６３を含み、後述する手術アセンブリ２０Ａの並進運動及び回転運動の少なくとも一部を担う。近位側曲げ関節６１、遠位側曲げ関節６２、手首関節６３は、この順に近位から遠位に向かって連なっている。また、隣り合う関節は、連結セクション６４によって連結されている。近位側曲げ関節６１、遠位側曲げ関節６２、及び手首関節６３は後述する伝動ワイヤ２５ｂの引力及び／又は張力によって作動する。

【００６０】

手術器具２８は、手首関節６３に連なる器具であり、例えば鉗子である。鉗子は、後述する伝動ワイヤ２５ｂの引力及び／又は張力によって開閉する。なお、手術器具２８はその動作によって中心軸Ｌを中心とする径方向への曲げ動作を行う。鉗子、把持器、鋏、ステープラ、針保持器、及び電気メスなどの外科器具であって良い。また、手術器具２８は、電子外科電極、トランスデューサ、センサなどの電氣的に駆動される機器であってもよい。また、手術器具２８は、吸入、ガス注入、洗浄、処理流体、アクセサリ導入、生検摘出などのための流体を供給するノズルであってもよい。

【００６１】

そして、器具マニピュレータ２１は、更に、駆動ユニット２２の駆動力を伝達する伝動ユニットを有する。伝動ユニットは、ベース２３に設けられた従動側プーリ２５ａを有する。従動側プーリ２５ａは、例えば、リスト２７や手術器具２８の作動部に対応して複数設けられている。従動側プーリ２５ａは、後述する対応する主動側プーリ４４ａと係脱可能に接続され、両プーリが係合することによって主動側プーリ４４ａの回動に従動し、主

10

20

30

40

50

動側プーリ 4 4 a の駆動力が従動側プーリ 2 5 a に伝達される。このように、駆動ユニット 2 2 に対して器具マニピュレータ 2 1 は着脱可能に構成されているので、器具マニピュレータ 2 1 の滅菌、交換を容易に行うことができる。そして従動側プーリ 2 5 a には、伝動ワイヤ 2 5 b が取り付けられ、従動側プーリ 2 5 a を回動させることによって、伝動ワイヤ 2 5 b に引力及び / 又は張力がかかるように構成されている。この伝動ワイヤ 2 5 b は、シャフト 2 6 の中を通してリスト 2 7 の対応する関節及び手術器具 2 8 まで延び、従動側プーリ 2 5 a とこの従動側プーリ 2 5 a に対応する要素とを接続し、伝動ワイヤ 2 5 b の引力をこの対応する要素に伝達する。このような機構は、例えば、ここに参照として援用する、国際公開第 2 0 1 7 / 0 0 6 3 7 6 号 に記載されている。但し、上記構成に限定されず、公知の機構を用いてもよい。

10

【 0 0 6 2 】

駆動ユニット 2 2 は、手術器具 2 8 を移動させ且つ手術器具 2 8 の姿勢を変更させるユニットであり、第 1 サブ駆動ユニット 2 2 A 及び第 2 サブ駆動ユニット 2 2 B を含む。なお、以下では、手術器具 2 8 を移動させること及び手術器具 2 8 の姿勢を変更させることを、単に、手術器具 2 8 を動作させるということがある。

【 0 0 6 3 】

第 1 サブ駆動ユニット 2 2 A は、シャフト 2 6 の中心軸 L を中心とする円周方向に器具マニピュレータ 2 1 を回動させ、且つ中心軸 L が延びる方向に器具マニピュレータ 2 1 を並進させる。第 1 サブ駆動ユニット 2 2 A は、図 2 に示すように、回転ドライバアセンブリ 4 1 と、並進ドライバアセンブリ 4 2 とを有する。

20

【 0 0 6 4 】

回転ドライバアセンブリ 4 1 は、器具マニピュレータ 2 1 及び第 2 サブ駆動ユニット 2 2 B を一体的に中心軸 L を中心とする円周方向に回動可能に支持し且つ駆動する機構である。回転ドライバアセンブリ 4 1 は、サーボモータ等のアクチュエータ 4 1 a を有し、このアクチュエータ 4 1 a の出力軸にはギアトレインを介して第 2 サブ駆動ユニット 2 2 B が中心軸 L 周りに回動可能に連なる。これにより、アクチュエータ 4 1 a の駆動力によって、器具マニピュレータ 2 1 及び第 2 サブ駆動ユニット 2 2 B が駆動ユニット 2 2 に対して中心軸 L を中心とする円周方向に回動する。

【 0 0 6 5 】

並進ドライバアセンブリ 4 2 は、支持ブロック 1 5 に取り付けられ、器具マニピュレータ 2 1、第 2 サブ駆動ユニット 2 2 B 及び回転ドライバアセンブリ 4 1 を一体的に中心軸 L が延びる方向に並進可能に支持し且つ駆動する機構である。並進ドライバアセンブリ 4 2 は、サーボモータ等のアクチュエータを有するボールねじ機構 4 2 a と、中心軸 L が延びる方向に回転ドライバアセンブリ 4 1 を案内するリニアガイド 4 2 b を有する。そして、ボールねじ機構 4 2 a の駆動力によって、器具マニピュレータ 2 1 が駆動ユニット 2 2 に対して中心軸 L が延びる方向に移動する。並進ドライバアセンブリ 4 2 は回転ドライバアセンブリ 4 1 の近位側に連なっているが、これに限られるものではなく、これに代えて、並進ドライバアセンブリ 4 2 が回転ドライバアセンブリ 4 1 の遠位側に連なっているもよい。

30

【 0 0 6 6 】

第 2 サブ駆動ユニット 2 2 B は、第 1 サブ駆動ユニット 2 2 A の遠位側に連なり、第 1 サブ駆動ユニット 2 2 A と器具マニピュレータ 2 1 との間に介在する。第 2 サブ駆動ユニット 2 2 B は、その駆動力によってリスト 2 7 及び手術器具 2 8 を動作させる。本実施の形態において、リスト 2 7 の各関節及び手術器具 2 8 の動作部位に対応して設けられたサーボモータ等のアクチュエータ 4 4 を有する。アクチュエータ 4 4 の出力軸は対応して設けられた主動側プーリ 4 4 a と連結されている。

40

【 0 0 6 7 】

このように、手術アセンブリ 2 0 A は、器具マニピュレータ 2 1 全体の並進運動及び回転運動、リスト 2 7 の関節の運動、並びに手術器具 2 8 の動作の組合せによって、予め定義された手術支援ロボット側 3 次元直交座標系における X 軸、Y 軸、Z 軸の各軸方向への

50

手術器具 2 8 の並進運動及び X 軸、Y 軸、Z 軸の各軸を中心とする円周方向への手術器具 2 8 の回転運動が実現され、所定の基準点に対して手術器具 2 8 を並進運動及び回転運動させる。この並進運動及び回転運動を実現する構成が器具マニピュレータアームであり、本実施の形態においては、駆動ユニット 2 2、ベース 2 3、シャフト 2 6、リスト 2 7、手術器具 2 8、及び伝動ユニットを含む。また、上述の通り、手術アセンブリ 2 0 A は、器具マニピュレータ 2 1 の全体の並進、器具マニピュレータ 2 1 の全体の回転、リスト 2 7 の 3 つの関節、手術器具 2 8 の曲げ動作を行う機構の、互いに独立した 6 つの駆動関節を有し、6 自由度で動作するマニピュレータであるが、これ以上の自由度で動作するマニピュレータであってもよい。なお、手術アセンブリ 2 0 A の並進運動及び回転運動を実現する構成は上記の構成に限定されるものではない。

10

【0068】

（手術アセンブリ 2 0 B）

図 6 は、内視鏡カメラユニット 3 3 を有する手術アセンブリ 2 0 B の構成例を示す側面図である。図 7 は、カメラプロープ 3 4（図 5 参照）と撮影領域 A との関係を説明する図である。

【0069】

図 5、図 6 に示すように、手術アセンブリ 2 0 B は、内視鏡マニピュレータ 3 1 と、内視鏡マニピュレータ 3 1 と連結され内視鏡マニピュレータ 3 1 を駆動する駆動ユニット 2 2 とを備える。内視鏡マニピュレータ 3 1 はエントリーガイド 3 0 の内視鏡挿通孔 3 0 B に挿通される。

20

【0070】

内視鏡マニピュレータ 3 1 は、遠位端に内視鏡カメラユニット 3 3 が設けられている。内視鏡マニピュレータ 3 1 は、遠位端部に設けられた手術器具 2 8 を除いて、器具マニピュレータ 2 1 と実質的に同様の構成を有している。即ち、上記の器具マニピュレータ 2 1 の説明において、遠位端部に設けられた手術器具 2 8 を内視鏡カメラユニット 3 3 に読み替えることによって、内視鏡マニピュレータ 3 1 の構成を説明できる。また、駆動ユニットは、駆動ユニット 2 2 と実質的に同様の構成を有している。以上から、内視鏡カメラユニット 3 3 を除き、手術アセンブリ 2 0 B の構成についての詳細な説明は、前述の手術アセンブリ 2 0 A の説明を参照することによって省略する。なお、用語の混同を避けるため、手術アセンブリ 2 0 B において、器具マニピュレータアームは内視鏡マニピュレータアームという。

30

【0071】

内視鏡カメラユニット 3 3 は、ステレオビデオカメラである一対のカメラプロープ 3 4（3 4 A、3 4 B）、ライト 3 5、及びレーザポインタ 3 6 を有する。レーザポインタ 3 6 は、前方の所定範囲内の任意の点にレーザ光を照射可能である。

【0072】

図 7 に示すように、カメラプロープ 3 4 は、境界 B 1 ~ B 4 によって囲まれる撮影領域 A を撮影し、画像データを取得する。この画像の左右方向に並ぶように一対のカメラプロープ 3 4 は配置されている。そして、一対のカメラプロープ 3 4 のうち、画像の左側に対応するカメラプロープ 3 4 A は左方の後述する左表示部 7 3 A に対応づけられ、画像の右側に対応するカメラプロープ 3 4 B は後述する右表示部 7 3 B に対応づけられている。

40

【0073】

〔コンソール 7〕

図 1 に示すように、コンソール 7 は、外科手術システム 1 0 0 と術者（外科医）Y のインターフェースを構成し、手術支援ロボット 1 を操作するための装置である。コンソール 7 は、手術室内において手術台の傍らに又は手術台から離れて、或いは、手術室外に設置されている。

【0074】

コンソール 7 は、術者 Y からの動作指令の入力を受け付けるための操作用マニピュレータアーム 7 1 及び複数の操作用ペダル 7 2 を含む操作具と、内視鏡カメラユニット 3 3 で

50

撮像された画像を表示するディスプレイモジュール73とを含む。操作用マニピュレータアーム71は、術者Yが動作指令を入力する際に把持する操作杆71aが先端に設けられ、基端がコンソール7に支持されている。そして、操作杆71aから基端に向かって複数の関節(図示略)が連なり、これら複数の関節の動作によって操作杆71aを3次元の動作領域内で移動させることができ、且つ操作杆71aの姿勢を変更することができるようになっている。すなわち、操作杆71aは、並進3自由度、回転3自由度を有する。そして、関節に操作杆71aの移動動作や姿勢変更動作によって生じる関節の動きを検知するセンサが設けられ、操作杆71aの位置及び姿勢は、コントローラ3によって、各関節のセンサが検知した関節の動きを組み合わせることによって、算出される。そして、操作杆71aに入力された動作指令が手術アセンブリ20Aに対する動作指令である器具動作指令であるのか、それとも手術アセンブリ20Bに対する動作指令である内視鏡動作指令であるのかは、操作用ペダル72に含まれる操作対象選択ペダル(図示略)によって選択、決定される。

10

20

30

40

50

【0075】

図8は、ディスプレイモジュール73の構成例を示す図である。

【0076】

図1及び図8に示すように、ディスプレイモジュール73は、術者Yの両目にそれぞれ対応する左右一対の表示部(表示領域)73A、73Bを有する。そして、左表示部73Aには一対のカメラプロップ34のうち一方のカメラプロップ34が撮影した画像が表示され、右表示部73Bには他方のカメラプロップ34が撮影した画像が表示される。表示部には画像の境界B1~B4(図7参照)がそれぞれ表示部の上下左右の境界上に位置するように表示される。これにより、術者Yは、患者Xの体腔の内部を立体視することができる。そして、術者Yは、ディスプレイモジュール73で患部を立体視しながら、操作具を操作することによって、手術器具28を動作させる器具動作指令、及び内視鏡カメラユニット33を動作させる内視鏡動作指令を入力する。

【0077】

また、コンソール7は、コンソールコントローラ70を有し、このコンソールコントローラ70は、操作具によって入力された動作指令(器具動作指令、内視鏡動作指令)を受け付け、コントローラ3へ送信する。

【0078】

また、ディスプレイモジュール73は、表示部において表示される画像に文字列、アイコンを重疊的に表示する。したがって、ディスプレイモジュール73は、術者Yに対する情報の報知を行う報知部としての機能も有している。

【0079】

〔コントローラ3〕

図2に示すように、コントローラ3は、コンソールコントローラ70と通信可能に接続されている。コントローラ3は、コンソールコントローラ70を介して受け付けた動作指令に応答して手術アセンブリ20を動作させる。

【0080】

コントローラ3は、いわゆるコンピュータであって、CPU等の演算処理部、ROM、RAM等の記憶部を有している(いずれも図示せず)。記憶部には、演算処理部が実行するプログラム、各種固定データ等が記憶されている。各種固定データには、後述する並進倍率値、回転倍率値、進入規制境界BP、第1規制対象区間P1、第2規制対象区間P2、第1進出限界位置L1を含む器具マニピュレータ21の動作可能範囲、第2進出限界位置L2を含む内視鏡マニピュレータ31の動作可能範囲が含まれる。演算処理部は、コンソール7を含む他の装置とのデータ送受信を行う。また、演算処理部は、各種センサからの検出信号の入力や各制御対象への制御信号の出力を行う。コントローラ3では、記憶部に記憶されたプログラム等のソフトウェアを演算処理部が読み出して実行することにより、後述するコントローラ3としての機能を実現するための処理が行われる。なお、コントローラ3は単一のコンピュータによる集中制御により各処理を実行してもよいし、複数の

コンピュータの協働による分散制御により各処理を実行してもよい。また、コントローラ 3 は、マイクロコントローラ、プログラマブルロジックコントローラ（PLC）等から構成されていてもよい。コントローラ 3 は、ポジショナ制御部 5 1、器具制御部 5 2、内視鏡制御部 5 3、及び表示制御部 5 4 を含む。ポジショナ制御部 5 1、器具制御部 5 2、内視鏡制御部 5 3、及び表示制御部 5 4 は、記憶部に格納された所定の制御プログラムを演算処理部が実行することにより実現される機能ブロックである。

【0081】

ポジショナ制御部 5 1、器具制御部 5 2、及び内視鏡制御部 5 3 は、増幅回路などを介してサーボモータと接続されたサーボ制御部（図示略）を含む。そして、ポジショナ制御部 5 1 は、エントリーガイド 3 0 を所定の位置及び姿勢に位置決めするように、各サーボモータに附帯する回転センサで検出された回転位置に基づいて、各関節の駆動部を動作させる。器具制御部 5 2 は、器具動作指令に従って手術アセンブリ 2 0 A が動作するように、各サーボモータに附帯する回転センサで検出された回転位置に基づいて、駆動ユニット 2 2 の駆動部を制御する。また、手術器具 2 8 の動作を制御する。内視鏡制御部 5 3 は、内視鏡動作指令に従って手術アセンブリ 2 0 B が動作するように、各サーボモータに附帯する回転センサで検出された回転位置に基づいて、駆動ユニット 2 2 の駆動部を制御する。また、内視鏡カメラユニット 3 3 の動作を制御する。表示制御部 5 4 は、カメラプロップ 3 4 が撮影した画像を処理してディスプレイモジュール 7 3 に表示する。

【0082】

コントローラ 3 は、操作用マニピュレータアーム 7 1 の検知部が検知した操作杆 7 1 a の動作に基づき、コンソール側 3 次元直交座標系における操作杆 7 1 a の位置及び姿勢の変化、すなわち、コンソール側 3 次元直交座標系における X 軸、Y 軸、Z 軸の各軸方向への操作杆 7 1 a の並進運動の並進量、及び X 軸、Y 軸、Z 軸のうち 1 以上の軸を中心とする円周方向への操作杆 7 1 a の回転運動の回転量を算出する。そして、操作対象選択ペダルによって手術アセンブリ 2 0 A が選択されているときは、コントローラ 3 は、これら並進量及び回転量を器具動作指令として取り扱い、一方で操作対象選択ペダルによって手術アセンブリ 2 0 B が選択されているときは、これら並進量及び回転量を内視鏡動作指令として取り扱う。そして、コントローラ 3 は、コンソール側 3 次元直交座標系における操作杆 7 1 a の位置及び姿勢の変化を、手術支援ロボット側 3 次元直交座標系における操作対象（すなわち手術器具 2 8 及び内視鏡カメラユニット 3 3）の位置及び姿勢の変化に変換し、操作対象に対応づける。そして、操作対象の位置及び姿勢が操作杆 7 1 a の位置及び姿勢の変化に対応して変化するように、器具制御部 5 2 及び内視鏡制御部 5 3 がそれぞれ手術アセンブリ 2 0 A 及び手術アセンブリ 2 0 B の動作を制御する。すなわち、コントローラ 3 は、操作対象が操作杆 7 1 a の並進運動の並進量に対応して動作するように操作対象を並進させ、且つ操作杆 7 1 a の回転運動の回転量に対応して操作対象を回転させる。

【0083】

〔外科手術システム 1 0 0 の動作例〕

まず、コントローラ 3 は、コンソール 7 で受け付けたエントリーガイド 3 0 の位置決め指令に応答して、患者 X の体表に留置されたカニューレに対しエントリーガイド 3 0 が所定の位置及び姿勢に位置決めされるように、ポジショナ 1 0 を動作させる。エントリーガイド 3 0 が位置決めされると、複数の手術アセンブリ 2 0 も従動して位置決めされる。

【0084】

また、例えば、コントローラ 3 は、コンソール 7 で受け付けた動作指令に応答して、内視鏡カメラユニット 3 3 及び手術器具 2 8 が患者 X の体腔へ挿入されるように、駆動ユニット 2 2 の並進ドライバアセンブリ 4 2 を動作させる。

【0085】

ここで、コントローラ 3 は、術者 Y がコントローラ 3 に入力した器具動作指令及び内視鏡動作指令に種々の修正を加えて器具マニピュレータ 2 1 及び内視鏡マニピュレータ 3 1 を動作させる。これらの修正処理について以下詳述する。

【0086】

(スケール変更処理)

コントローラ 3 は、術者 Y の器具動作指令の動作量を調整して器具マニピュレータ 2 1 及び内視鏡マニピュレータ 3 1 を動作させるスケール変更処理を行う。

【0087】

図 9 は、外科手術システム 100 の、スケール変更処理の一例を示すフローチャートである。

【0088】

図 9 に示すように、まず、コントローラ 3 は、操作対象選択ペダルによって手術アセンブリ 20 A が選択されている状態において、操作用マニピュレータアーム 7 1 の検知部が検知したコンソール側 3 次元直交座標系における X 軸、Y 軸、Z 軸の各軸方向への操作杆 7 1 a の並進量に所定の並進倍率値を乗算して手術器具 2 8 の実並進量を算出する (ステップ S 1 1)。並進倍率値は 1 未満の値であり、出力が入力よりも小さくなるようになっている。

【0089】

また、コントローラ 3 は、操作用マニピュレータアーム 7 1 の検知部が検知したコンソール側 3 次元直交座標系における X 軸、Y 軸、Z 軸の各軸を中心とする円周方向への操作杆 7 1 a の回転量に所定の回転倍率値を乗算して手術器具 2 8 の実回転量を算出する (ステップ S 1 2)。回転倍率値は、1 以上の値であり、入力と出力が同じか、又は出力が入力よりも大きくなるようになっている。このように、回転倍率値は、並進倍率値よりも大きい値に設定されている。

【0090】

そして、コントローラ 3 は、コンソール側 3 次元直交座標系に対応する手術支援ロボット側 3 次元直交座標系において、手術器具 2 8 が、実並進量並進させた目標位置において、実回転量移動させた目標姿勢をとるように、駆動ユニット 2 2 の動作内容を決定し、この決定した動作内容に従って手術器具 2 8 を動作させる (ステップ S 1 3)。

【0091】

このように、コントローラ 3 は、術者 Y が入力した並進量に 1 以下の倍率値を乗算して、実際の手術器具 2 8 の実並進量を算出しているので、操作用マニピュレータアーム 7 1 の動作が縮小されて、手術器具 2 8 が動作する。よって、術者 Y は、手術器具 2 8 を精密に移動させることができる。一方で、コントローラ 3 は、術者 Y が入力した回転量に 1 以上の倍率値を乗算して、実際の手術器具 2 8 の実回転量を算出しているので、操作用マニピュレータアーム 7 1 の動作が拡大されて手術器具 2 8 が動作する、よって、術者 Y は、手術器具 2 8 を大きく旋回させる動作等において、大きく体全体を動かして操作用マニピュレータアーム 7 1 を操作する必要がなく、術者 Y は手術器具 2 8 の姿勢を速やかに変更することができる。これによって、外科手術システム 100 の操作性を向上させることができる。

【0092】

(境界進入規制処理)

また、コントローラ 3 は、カメラプロップ 3 4 が撮影する画像の向きに対して、画像に映り込む器具マニピュレータ 2 1 の姿勢を一定範囲に規制する境界進入規制処理を行う。

【0093】

図 10 は、外科手術システム 100 の境界進入規制処理の一例を示すフローチャートである。図 11 A 及び図 11 B は、外科手術システム 100 の、境界進入規制処理の動作例を示す図であり、ディスプレイモジュール 7 3 に表示される画像を示す図である。

【0094】

まず、図 10 に示すように、コントローラ 3 は、撮影領域 A の上側境界 B 1 を進入規制境界 B P に設定する。進入規制境界 B P は、撮影領域 A の上側の境界であり、左右の表示部 7 3 A、7 3 B には進入規制境界 B P が上側に位置するように表示される。なお、進入規制境界 B P は、左側境界 B 3 及び右側境界 B 4 に及んでいてもよい。また、コントローラ 3 は、器具マニピュレータ 2 1 の遠位端側の部位にそれぞれ規制対象区間 S P (図 4 参

10

20

30

40

50

照)を設定する(ステップS21)。

【0095】

次に、コントローラ3は、操作対象を動作させている間、術者Yが入力した動作指令に、器具マニピュレータ21の規制対象区間SPが進入規制境界BPに進入するように操作対象を動作させる指令である規制対象指令が含まれるか否かを判定する(ステップS22)。

【0096】

すなわち、操作対象が器具マニピュレータ21である場合、図11Aに示すように、コントローラ3は、器具動作指令に、器具マニピュレータ21の規制対象区間SPが進入規制境界BPに進入するように手術器具28を動作させる指令である規制対象指令が含まれるか否かを判定する。また、操作対象が内視鏡マニピュレータ31である場合、図11Bに示すように、コントローラ3は、内視鏡動作指令に、規制対象区間SPが進入規制境界BPに進入して交差するようにカメラプロップ34を動作させる指令である第2規制対象指令が含まれるか否かを判定する。すなわち、内視鏡マニピュレータ31の回転によってカメラプロップ34の位置が移動して規制対象区間SPが移動し、その結果、器具マニピュレータ21の規制対象区間SPが進入規制境界BPに進入するように内視鏡マニピュレータ31を制御する指令が含まれるか否かを判定する。

【0097】

そして、コントローラ3は、規制対象指令が含まれると判定すると(ステップS22においてYes)、動作指令に含まれる動作量のうち、規制対象区間SPが進入規制境界BPに進入して交差するように操作対象を動作させる方向成分の動作量を0に設定し、この方向への操作対象の動作を規制する。一方、規制対象指令が含まれないと判定すると(ステップS22においてNo)、ステップS22の判定を再び行う。

【0098】

これによって、カメラプロップ34が撮影した画像において、器具マニピュレータ21が延びる方向を術者Yの腕が延びる方向と同等に維持することができ、外科手術システム100の操作性を向上させることができる。

【0099】

なお、器具マニピュレータ21が撮影領域Aの上側の境界に進入しないように器具マニピュレータ21及び内視鏡マニピュレータ31について可動範囲を設定し、コントローラ3が動作指令に可動範囲を逸脱する指令が含まれると判定すると、逸脱する方向への動作を規制してもよい。また、動作の規制は、メカニカルストッパ等によって機械的に行ってもよく、ソフトリミット等によってソフトウェア的に行ってもよい。

【0100】

(進出規制処理)

図12は、外科手術システム100の、進出規制処理の一例を示すフローチャートである。図13は、外科手術システム100の進出規制処理における動作例を示す図である。

【0101】

また、コントローラ3は、更に器具マニピュレータ21及び内視鏡マニピュレータ31の中心軸Cが延びる方向への並進を規制する進出規制処理を行う。

【0102】

まず、コントローラ3は、器具マニピュレータ21及び内視鏡マニピュレータ31の動作可能範囲を設定する(ステップS31)。この動作可能範囲には、中心軸Cが延びる方向における器具マニピュレータ21及び内視鏡マニピュレータ31の移動可能範囲が含まれる。図13に示すように、内視鏡マニピュレータ31の移動可能範囲(第2移動可能範囲)の遠位端側の限界位置である第2進出限界位置L2は、中心軸Cが延びる方向において器具マニピュレータ21の移動可能範囲(第1移動可能範囲)の遠位側の限界位置である第1進出限界位置L1よりも近位端側に位置するように設定される。

【0103】

次に、コントローラ3は、操作対象を動作させている間、術者Yが入力した動作指令に

10

20

30

40

50

動作可能範囲を逸脱する方向へ操作対象を動作させる指令が含まれているか否かを判定する（ステップ S 3 2）。

【 0 1 0 4 】

そして、コントローラ 3 は、動作指令に動作可能範囲を逸脱する方向へ操作対象を動作させる指令が含まれていると判定すると（ステップ S 3 2 において Y e s ）、動作指令に含まれる動作量のうち、動作可能範囲を逸脱する方向へ操作対象を動作させる方向成分の動作量を 0 に設定し、この方向への操作対象の動作を規制する（ステップ S 3 3）。この処理において、コントローラ 3 は、中心軸 C が延びる方向において、器具マニピュレータ 2 1 の移動可能範囲（第 1 移動可能範囲）の遠位側の限界位置である第 1 進出限界位置 L 1 に達したと判定すると、更に遠位へ移動する動作を規制する。一方、動作指令に動作可能範囲を逸脱する方向へ操作対象を動作させる指令が含まれていないと判定すると（ステップ S 3 2 において N o ）、ステップ S 3 2 の判定を再び行う。

10

【 0 1 0 5 】

ここで、第 2 進出限界位置 L 2 は、中心軸 C が延びる方向において、第 1 進出限界位置 L 1 よりも近位端側に位置するように設定されているので、これによって、手術器具 2 8 の動作をモニターするためのカメラプロップ 3 4 の視界から手術器具 2 8 が外れて、手術器具 2 8 を見失うことを効果的に防止することができる。これによって、外科手術システム 1 0 0 の操作性を向上させることができる。

【 0 1 0 6 】

（初期動作規制処理）

20

更に、コントローラ 3 は、器具マニピュレータ 2 1 及び内視鏡マニピュレータ 3 1 のリスト 2 7 がエントリーガイド 3 0 の遠位端を通過するまでは、リスト 2 7 の動作を規制する初期動作規制処理を行う。この処理は、手術器具 2 8 及びカメラプロップ 3 4 を患者 X の体腔に送り込む際に行われる。

【 0 1 0 7 】

まず、コントローラ 3 は、中心軸 C が延びる方向（器具マニピュレータ 2 1 が延びる方向）において操作対象のリスト 2 7 がエントリーガイド 3 0 の遠位端よりも遠位に位置するか否かを判定する。すなわち、コントローラ 3 は、中心軸 C が延びる方向において、リスト 2 7 がエントリーガイド 3 0 の遠位端の近位側又はエントリーガイド 3 0 の遠位端上に位置するか否かを判定する。

30

【 0 1 0 8 】

そして、中心軸 C が延びる方向における器具マニピュレータ 2 1 のリスト 2 7 の近位端がエントリーガイド 3 0 の遠位端よりも遠位に位置していないと判定すると、動作指令に含まれる動作量のうち、中心軸 C が延びる方向成分以外の方向成分の動作量を 0 に設定し、この方向以外への操作対象の動作を規制する。そして、コントローラ 3 は、中心軸 C が延びる方向において操作対象のリスト 2 7 がエントリーガイド 3 0 の遠位端よりも遠位に位置すると判定するまで、繰り返し当該判定を行い、中心軸 C が延びる方向において操作対象のリスト 2 7 がエントリーガイド 3 0 の遠位端よりも遠位に位置すると判定すると、処理を終了する。

【 0 1 0 9 】

40

これによって、器具マニピュレータ 2 1 及び内視鏡マニピュレータ 3 1 を速やかに患者 X の体腔に送り込むことができ、外科手術システム 1 0 0 の操作性を向上させることができる。

【 0 1 1 0 】

（体壁干渉防止処理）

図 1 4 は、外科手術システム 1 0 0 の、体壁干渉防止処理の一例を示すフローチャートである。図 1 5 は、外科手術システム 1 0 0 の、体壁干渉防止処理における体壁形状算出処理の一例を示すフローチャートである。図 1 6 は、外科手術システム 1 0 0 の、体壁干渉防止処理における動作例を示す図である。図 1 7 は、外科手術システム 1 0 0 の、体壁干渉防止処理における体壁形状算出処理を説明する図である。

50

【 0 1 1 1 】

更に、コントローラ 3 は、器具マニピュレータ 2 1 及び内視鏡マニピュレータ 3 1 と患者 X の体腔を形成する体壁との干渉を防止する体壁干渉防止処理を所定の時間間隔で繰り返し行う。

【 0 1 1 2 】

まず、図 1 4 に示すように、コントローラ 3 は、カメラプロープ 3 4 が取得した画像に基づき、患者 X の体腔からみた、体壁の 3 次元形状を表す 3 次元マップを算出する（ステップ S 4 1 ）。

【 0 1 1 3 】

3 次元マップは、例えば図 1 5 に示す、以下の処理によって算出される。コントローラ 3 は、まず、患者 X の体腔に位置させた内視鏡マニピュレータ 3 1 のレーザポイント 3 6 からレーザ光を照射する（ステップ S 4 1 1 ）。レーザ光の照射方向はランダムに選択されてもよい。次に、コントローラ 3 は、一対のカメラプロープ 3 4 によって一対の画像 G 1 , G 2 を取得する（ステップ S 4 1 2 ）。次に、この取得した一対の画像 G 1 , G 2 に記録されたレーザ光の照射部位をそれぞれの画像の注目点 A 1 , A 2 に設定する（ステップ S 4 1 3 ）。図 1 6 に示すように、カメラプロープ 3 4 A 及びカメラプロープ 3 4 B の位置の違いから、画像 G 1 の注目点 A 1 の位置と、画像 G 2 の注目点 A 2 の位置は、異なって記録される。なお、一対の画像の注目点はパターンマッチング（詳細は後述）によって設定してもよい。そして、図 1 7 に示すように、一方の画像の注目点 A 1 と他方の画像の注目点 A 2 との相対的な位置関係に基づいて手術支援ロボット側 3 次元直交座標系における体壁上の注目点 A R の座標を算出（ステップ S 4 1 4 ）する。そして、上記ステップ S 4 1 1 ~ S 4 1 4 を所定回数繰り返す。上述の通りレーザ光の照射方向はランダムに選択され、座標算出処理を繰り返し実行することによって設定される注目点は散点的なものとなる。次に、コントローラ 3 は、散点的な注目点の座標を通る面を算出し、患者 X の体腔を形成する体壁の形状を算出する（ステップ S 4 1 5 ）。このように、一対のカメラプロープ 3 4 は、患者 X の体腔を形成する体壁の形状を検出するための情報を検知する（体壁形状検知部）。

【 0 1 1 4 】

次に、コントローラ 3 は、ステップ S 4 1 5 において算出した体壁面 S 1 から体腔側に所定距離オフセットした進入規制境界面 S 2 を算出する（ステップ S 4 2 ）。進入規制境界面 S 2 と体壁面 S 1 との間の領域が進入禁止領域である。

【 0 1 1 5 】

次に、コントローラ 3 は、操作対象が進入規制境界面 S 2 よりも体壁面 S 1 側に進入したか否か、すなわち器具マニピュレータ 2 1 が進入禁止領域 R S に進入したか否かを判定する（ステップ S 4 3 ）。

【 0 1 1 6 】

そして、コントローラ 3 は、進入禁止領域 R S に進入したと判定すると（ステップ S 4 3 において Y e s ）、動作指令に含まれる動作量のうち、操作対象を体壁面に向かって動作させる方向成分の動作量を 0 に設定し、この方向への操作対象の動作を規制する。また、コントローラ 3 は、ディスプレイモジュール 7 3 に器具マニピュレータ 2 1 が進入禁止領域 R S に進入したことを報知するための情報を表示する。なお、コントローラ 3 は、進入禁止領域 R S に進入していないと判定すると（ステップ S 4 3 において N o ）、ステップ S 4 4 をスキップする。

【 0 1 1 7 】

これによって、操作対象である器具マニピュレータ 2 1 及び内視鏡マニピュレータ 3 1 と体壁との干渉を防止することができる。

【 0 1 1 8 】

（位置変化相殺処理）

図 1 8 は、外科手術システム 1 0 0 の、位置変化相殺処理の一例を示すフローチャートである。図 1 9 は、外科手術システム 1 0 0 の、位置変化相殺処理における位置算出処理

の一例を示すフローチャートである。

【0119】

更に、コントローラ3は、例えば患者Xが姿勢を変えたことなどに起因してエントリーガイド30が予期せず動き、手術器具28及びカメラプロープ34が移動したときに、手術器具28及びカメラプロープ34の位置の変化を相殺する方向に手術器具28及びカメラプロープ34を動かす位置変化相殺処理を行う。

【0120】

まず、図18に示すように、コントローラ3は、所定時間、内視鏡動作指令が入力されていないと判定すると、患者Xの体腔を形成する体壁上に設定した注目点AR（図7参照）の位置を算出し、この注目点ARの位置に基づいて手術器具28及びカメラプロープ34の位置を算出する。そして、算出した手術器具28及びカメラプロープ34の位置を初期位置に設定する（ステップS51）。注目点ARは、カメラプロープ34が取得した画像に基づき設定される。

10

【0121】

注目点ARの位置は、以下の通りパターンマッチングにより算出する。まず、コントローラ3は、一对のカメラプロープ34によって一对の画像G1、G2を取得する（ステップS511）。次に、この取得した一对の画像のうち、一方の画像G1に注目点A1を設定し、注目点A1の画像上の位置を算出する（ステップS512）。次に、他方の画像G2に記録された体壁上において注目点A1の場所と同じ場所を一对の画像G1、G2のパターンマッチングによって決定し、これを注目点A2に設定する。そして、注目点Bの画像G2上の位置を算出する（ステップS513）。そして、注目点A1と注目点A2との相対的な位置関係に基づいて、注目点A1及び注目点A2に対応する体壁上の注目点ARを算出する（ステップS514）。この座標の算出方法は、上記体壁干渉防止処理において説明した体壁形状算出処理における方法と同じ方法によって行うことができる。なお、これ以降の処理は、内視鏡動作指令が入力されると中止される。

20

【0122】

次に、コントローラ3は、所定のサンプリング周期経過後、注目点ARの位置を算出し、この注目点ARの位置に基づいて手術器具28及びカメラプロープ34の位置を算出する（ステップS53）。そして、算出した手術器具28及びカメラプロープ34の位置を現在位置に設定する（ステップS54）。

30

【0123】

次に、コントローラ3は、初期位置と現在位置とを比較し、初期位置に対して現在位置が所定の閾値以上に变化したか否かを判定する（ステップS55）。

【0124】

そして、コントローラ3は、初期位置に対して現在位置が所定の閾値以上に变化したと判定すると（ステップS55においてYes）、手術器具28及びカメラプロープ34を初期位置に向かって動作させる。また、コントローラ3は、表示部に現在位置が变化したことを報知するための情報を表示する。そして、内視鏡動作指令が入力されるまで、再びステップS53を行う。

40

【0125】

これによって、エントリーガイド30の位置が予期せず変化して、これにより手術器具28及びカメラプロープ34の位置が変化した場合であっても、手術器具28及びカメラプロープ34は、自動的に初期位置に復帰するので、術者の操作性への悪影響を緩和することができ、外科手術システム100の操作性を向上させることができる。また、エントリーガイド30の位置が变化したことを術者Yが認識することができる。

【0126】

（実施の形態2）

以下では実施の形態2の構成、動作について、実施の形態1との相違点を中心に述べる。

【0127】

50

図 20 は、実施の形態 2 に係る外科手術システムの手術支援ロボットの遠位端を示す斜視図である。

【0128】

上記実施の形態 1 において、内視鏡マニピュレータ 31 は、エントリーガイド 30 の内視鏡挿通孔 30B の中心軸を中心とする円周方向に回動可能としている。

【0129】

これに対し、本実施の形態において、内視鏡マニピュレータ 231 は、エントリーガイド 230 の内視鏡挿通孔 230B の中心軸を中心とする円周方向への内視鏡マニピュレータ 231 の回動を規制する回動規制構造を有する。

【0130】

回動規制構造は、例えば、シャフト 260 の径方向に突出する鏝 261 と、内視鏡挿通孔 230B の内周面に形成された鏝 261 と係合する溝 226 とを含む。鏝 261 は、シャフト 26 に沿って延びる。また、内視鏡マニピュレータ 31 は手首関節 63 を有しない。更に、手術アセンブリ 20B の第 1 サブ駆動ユニット 22A は回転ドライバアセンブリ 41 を有さず、第 2 サブ駆動ユニット 22B は並進ドライバアセンブリ 42 に取り付けられている。

【0131】

このように、内視鏡マニピュレータ 31 は、エントリーガイド 230 に対して、エントリーガイド 230 の内視鏡挿通孔 230B の中心軸を中心とする円周方向への回動が規制されているので、エントリーガイド 30 及び器具マニピュレータ 21 に対する内視鏡の画像の向きを維持にすることができ、術者 Y が手術器具 28 の位置を容易に認識することができる。これによって、外科手術システム 100 の操作性を向上させることができる。

【0132】

また、実施の形態 1 において詳述した通り、器具マニピュレータ 21 は、エントリーガイド 230 に対して、エントリーガイド 230 の器具マニピュレータ挿通孔 230A の中心軸を中心とする円周方向へ回動可能となっているので、外科手術システム 200 の操作性を向上させることができる。

【0133】

更に、実施の形態 1 において詳述した通り、支持フレーム 14 は、エントリーガイド 30 の中心軸（すなわち、中心軸 C）を中心とする円周方向に回動可能であるので、エントリーガイド 30 及び器具マニピュレータ 21 に対する内視鏡の画像の向きを維持したまま、手術支援ロボット 1 の遠位端の姿勢を変更することができる。よって、外科手術システム 200 の操作性を向上させることができる。

【0134】

（実施の形態 3）

以下では実施の形態 3 の構成、動作について、実施の形態 1 との相違点を中心に述べる。

【0135】

上記実施の形態において、外科手術システム 100 は、初期動作規制処理によって器具マニピュレータ 21 及び内視鏡マニピュレータ 31 のリスト 27 がエントリーガイド 30 の遠位端を通過するまでは、リスト 27 の動作を規制した。しかし、これに限られるものではなく、これに代えて、その作動によってリスト 27 に対応する従動側プーリ 25a 又は主動側プーリ 44a の回動を規制し、その解除によって従動側プーリ 25a 又は主動側プーリ 44a の回動を許容するブレーキを設けてもよい。

【0136】

上記説明から、当業者にとっては、本発明の多くの改良や他の実施形態が明らかである。従って、上記説明は、例示としてのみ解釈されるべきであり、本発明を実行する最良の態様を当業者に教示する目的で提供されたものである。本発明の精神を逸脱することなく、その構造及び / 又は機能の詳細を実質的に変更できる。

【符号の説明】

10

20

30

40

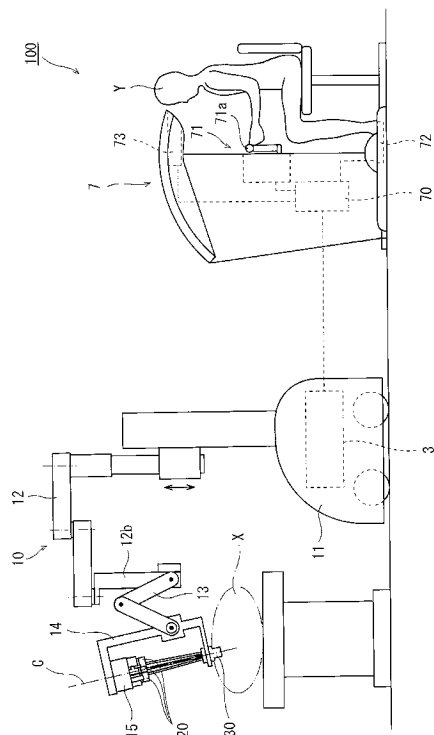
50

【 0 1 3 7 】

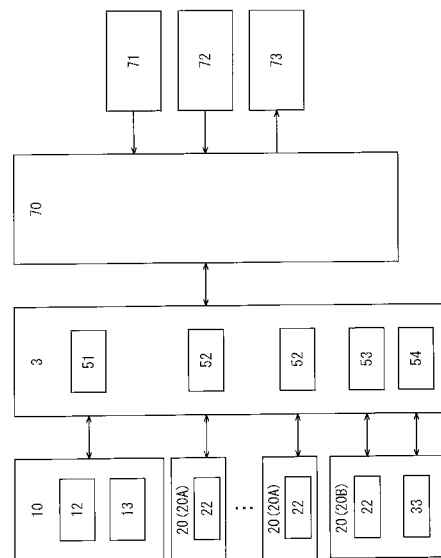
- 3 コントローラ
- 7 コンソール
- 20 手術アセンブリ
- 21 器具マニピュレータ
- 22 駆動ユニット
- 26 シャフト
- 27 リスト
- 28 手術器具
- 30 エントリーガイド
- 41 回転ドライバアセンブリ
- 42 並進ドライバアセンブリ
- 61 近位側曲げ関節
- 62 遠位側曲げ関節
- 63 手首関節
- 71 操作用マニピュレータアーム
- 100 外科手術システム

10

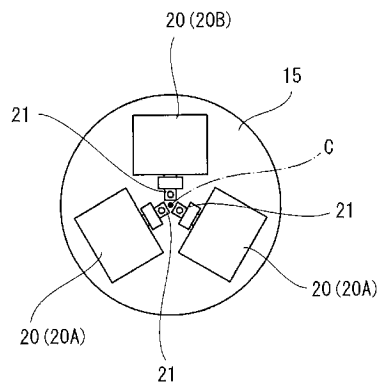
【 図 1 】



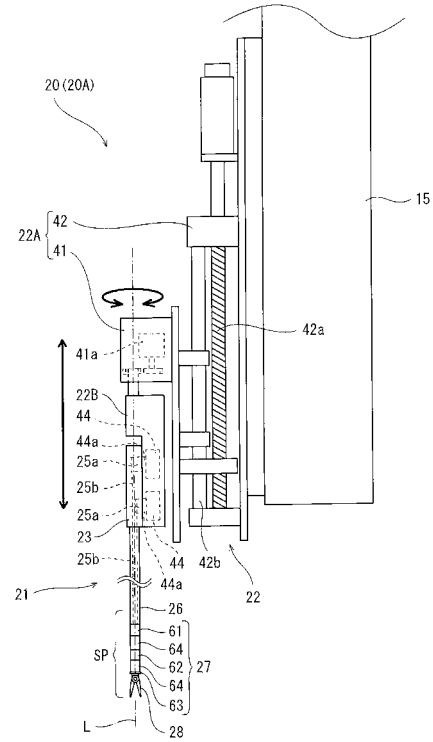
【 図 2 】



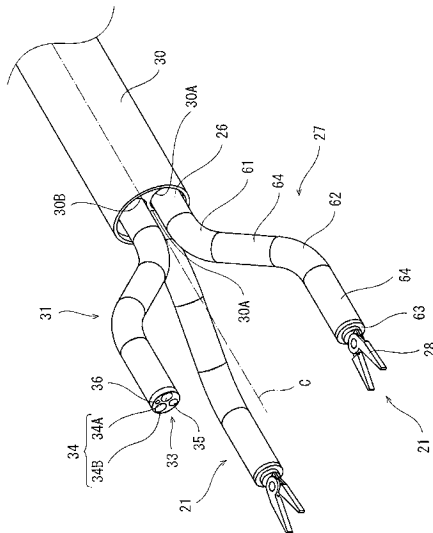
【図 3】



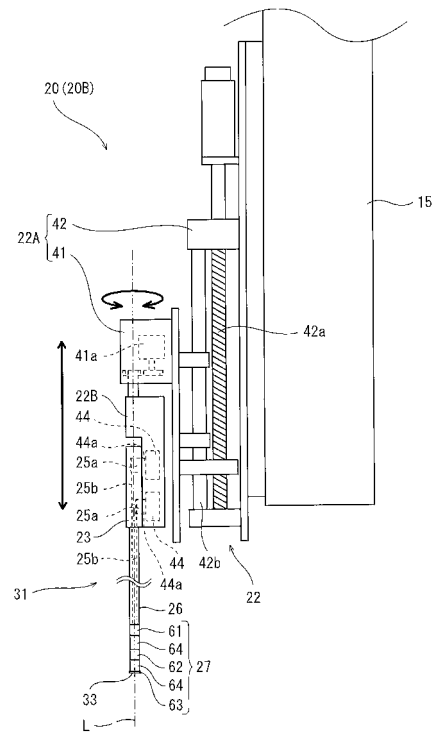
【図 4】



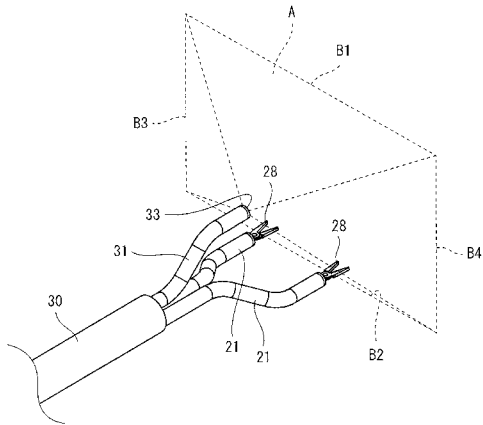
【図 5】



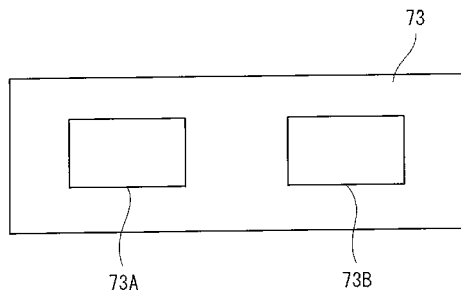
【図 6】



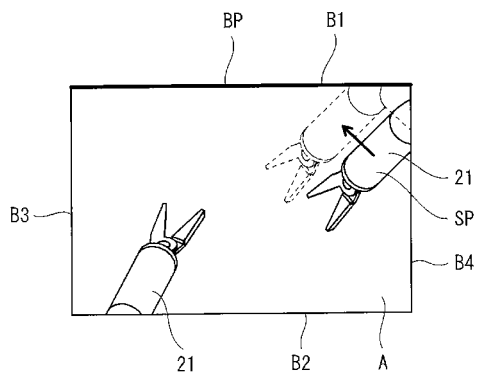
【図 7】



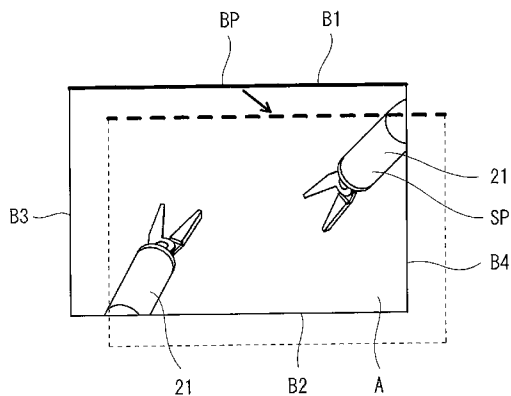
【図 8】



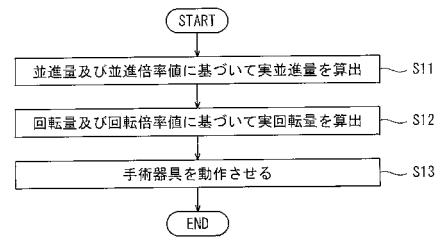
【図 11A】



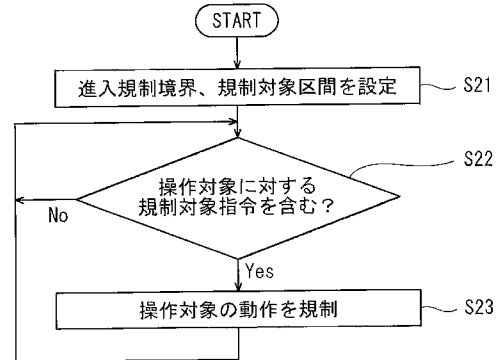
【図 11B】



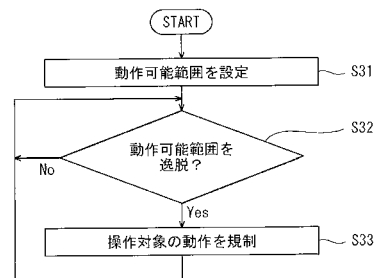
【図 9】



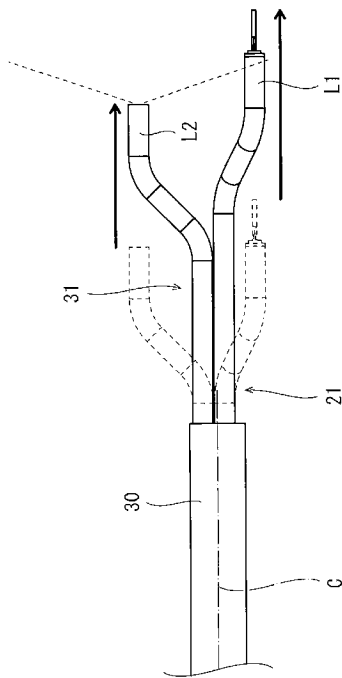
【図 10】



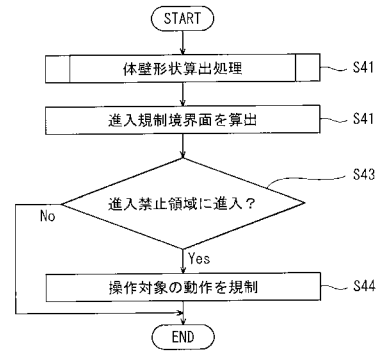
【図 12】



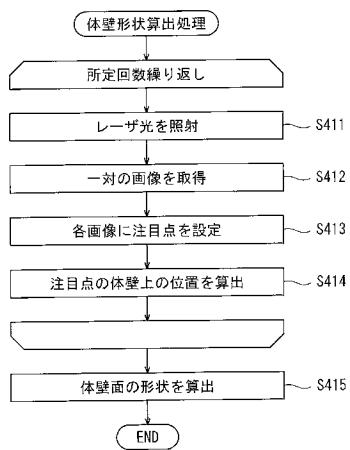
【図 13】



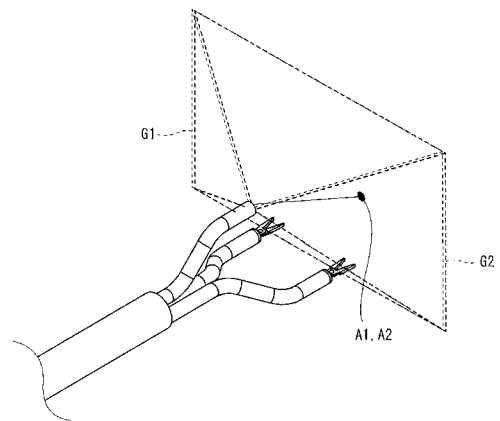
【図 14】



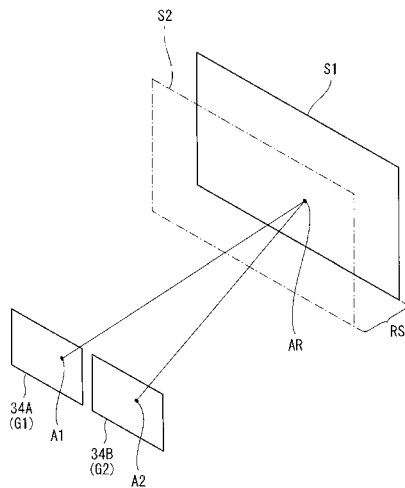
【図 15】



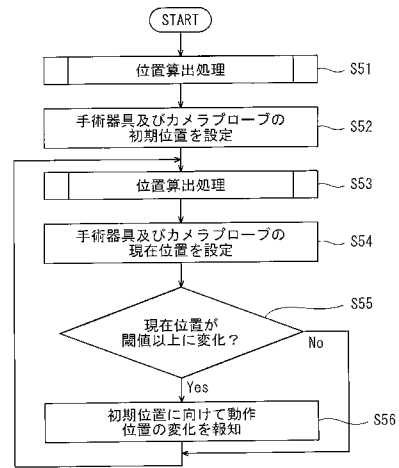
【図 16】



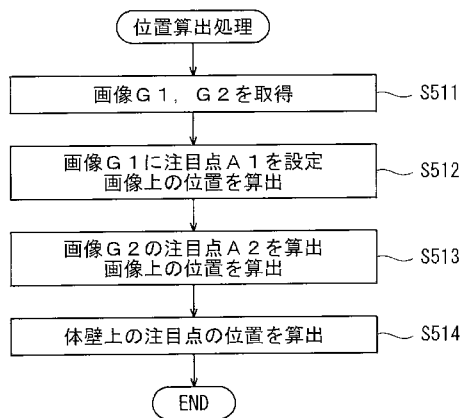
【図 17】



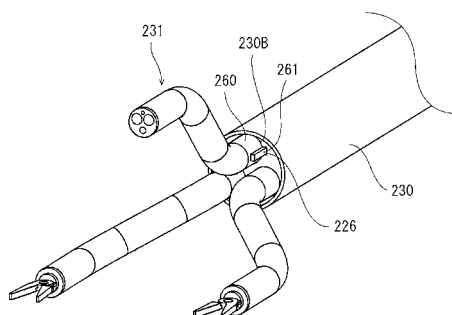
【図 18】



【図 19】



【図 20】



フロントページの続き

(72)発明者 野口 健治

兵庫県神戸市中央区東川崎町 3 丁目 1 番 1 号 川崎重工業株式会社内

(72)発明者 伊藤 哲嗣

兵庫県神戸市中央区港島南町 1 丁目 6 番 5 号 株式会社メディカロイド内

(72)発明者 中西 徹弥

兵庫県神戸市中央区港島南町 1 丁目 6 番 5 号 株式会社メディカロイド内

F ターム(参考) 3C707 AS35 BS10 BS15 HS27 HT04 HT20 JT10 KT01 KT05

专利名称(译)	手术系统和手术系统的控制方法		
公开(公告)号	JP2019188038A	公开(公告)日	2019-10-31
申请号	JP2018087501	申请日	2018-04-27
[标]申请(专利权)人(译)	川崎重工业株式会社		
申请(专利权)人(译)	川崎重工业株式会社 株式会社医疗劳埃德		
[标]发明人	東條剛史 野口健治 伊藤哲嗣 中西徹弥		
发明人	東條 剛史 野口 健治 伊藤 哲嗣 中西 徹弥		
IPC分类号	A61B34/37 B25J13/02 A61B34/35		
CPC分类号	A61B34/37 A61B34/77 A61B90/03 A61B90/13 A61B90/37 A61B2017/00477 A61B2090/371 A61B34/25 A61B2017/00199 A61B2017/00207 A61B34/35 A61B34/70 A61B2034/302 A61B2034/305		
FI分类号	A61B34/37 B25J13/02 A61B34/35		
F-TERM分类号	3C707/AS35 3C707/BS10 3C707/BS15 3C707/HS27 3C707/HT04 3C707/HT20 3C707/JT10 3C707/KT01 3C707/KT05		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供一种具有优异的可操作性的手术系统。手术系统包括：器械操纵器21，其具有用于使远端相对于近端进行平移运动和旋转运动的器械操纵器臂，以及外科器械28。从器械操纵器臂的远端继续；控制台7，其具有操作工具，该操作工具用于接收来自外科医生的器械操作命令，该命令包括平移运动的平移量和手术器械相对于手术器械的旋转运动的旋转量；控制器3用于控制仪器操纵器。控制器通过将操作工具所接收的手术器械的平移量乘以预定的平移倍率值来计算实际平移量；使手术器械按照实际平移量进行操作；通过将操作工具所接收的手术器械的旋转量乘以预定的旋转倍率值来计算实际旋转量；并且使手术器械根据实际旋转量进行操作。平移放大率值和旋转放大率值互不相同。

