

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号
特表2013-510632
(P2013-510632A)

(43) 公表日 平成25年3月28日(2013.3.28)

(51) Int.Cl.
A 6 1 B 19/00 (2006.01)
B 2 5 J 13/08 (2006.01)

F I
A 6 1 B 19/00 5 0 2
B 2 5 J 13/08 A

テーマコード (参考)
3 C 7 0 7

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 22 頁)

| | | | |
|---------------|------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2012-538458 (P2012-538458) | (71) 出願人 | 590000248 コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ オランダ国 5 6 2 1 ベーアー アイン ドーフエン フルーネヴァウツウェッハ 1 |
| (86) (22) 出願日 | 平成22年11月15日 (2010.11.15) | (74) 代理人 | 100087789 弁理士 津軽 進 |
| (85) 翻訳文提出日 | 平成24年5月9日 (2012.5.9) | (74) 代理人 | 100122769 弁理士 笛田 秀仙 |
| (86) 国際出願番号 | PCT/IB2010/055175 | (72) 発明者 | ポボヴィック アレクサンドラ アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 0 5 1 0 - 8 0 0 1 ブリアクリフ マノアー ビーオー ボックス 3 0 0 1 3 4 5 スカボロー ロード |
| (87) 国際公開番号 | W02011/058530 | | |
| (87) 国際公開日 | 平成23年5月19日 (2011.5.19) | | |
| (31) 優先権主張番号 | 61/261, 390 | | |
| (32) 優先日 | 平成21年11月16日 (2009.11.16) | | |
| (33) 優先権主張国 | 米国 (US) | | |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡支援ロボットのための人-ロボット共用制御

(57) 【要約】

手術システムは作動モードと非作動モードの両方を持つロボットと、手術道具を保持するための保持アームと、人のオペレータが少なくとも1つの状態センサからの信号に応じて保持アーム若しくは手術道具を手動操作するときを決定するための即時動作停止手段とを含む。その決定後直ちに、即時動作停止手段はロボットを動作停止する。保持アームは保持アームの柔軟性を増加若しくは減少させるためのスティフナー/デスティフナーを含む。保持アームの剛性は、柔軟な保持アームがロボットと手術道具の間に接続されながら、人のオペレータが手術道具の新たな位置への再配置を巧みに制御することを可能にするために非作動モードにおいて十分に減少されることができる。また、保持アームの剛性は、外科医命令入力によって開始される予めプログラムされたタスクを実行するよう、手術道具を再配置するためにロボットが剛性保持アームを再配置するために、作動モードにおいて十分な剛性を提供するために基本的に剛性固定形状にロックするために、十分に増加されることができる。

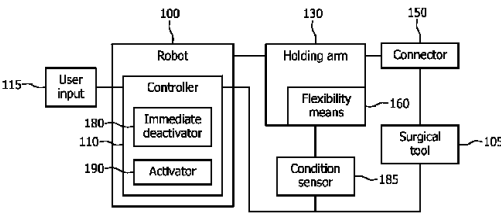


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

手術システムであって、

外科手術中に手術道具の再配置を制御するための作動モードと、非作動モードとを持つロボットであって、非作動モードにおいて前記ロボットは実質的に不動であり、前記ロボットは外科手術中に実行されるべき所定タスクで予めプログラムされる制御手段を持つ、ロボットと、

ユーザが前記作動モードにおいて前記予めプログラムされたタスクの実行を開始するために前記制御手段と通信するユーザ入力と、

第 1 の端部と第 2 の遠位端を持つ細長い保持アームであって、前記第 1 の端部は前記ロボットへの接続用コネクタを持ち、前記第 2 の遠位端は前記手術道具への接続用コネクタを持ち、

10

前記保持アームは、柔軟な前記保持アームが前記ロボットと前記手術道具の間に接続されながら、人のオペレータが前記手術道具の新たな位置への再配置を巧みに制御することを可能にするよう、前記非作動モードにおいて十分な柔軟性を与えるために前記保持アームの柔軟性を増加させるため、並びに、前記ロボットが前記タスクを実行するように前記手術道具の再配置のために剛性の前記保持アームを再配置するために、前記作動モードにおいて十分な剛性を与えるために剛性固定形状にロックするために前記保持アームの柔軟性を減少させるための、柔軟性手段を含む、保持アームと、

前記保持アーム若しくは前記手術道具の機械的状态に応じて信号を生成するために前記制御手段と通信する状態センサと、

20

前記状態センサからの信号に応じて人のオペレータが前記保持アーム若しくは前記手術道具を手動操作するときを決定するため、並びに、人のオペレータが前記保持アームの前記第 2 の端部若しくは前記手術道具を手動操作することが決定されるときに前記ロボットの動作モードを前記作動モードから前記非作動モードへ変えることによって前記ロボットを直ちに動作停止するための、即時動作停止手段と、

前記手術道具の現在の位置において前記ロボットの動作モードを前記非作動モードから前記作動モードへ変えることによって前記ユーザ入力手段に応じて前記ロボットを作動させるため、並びに、前記ロボットに前記外科手術中に前記手術道具の再配置の制御を再開させるための、作動手段とを有する、手術システム。

30

【請求項 2】

前記状態センサが外科手術中に前記保持アームのおおよその形状を表示するための前記保持アーム上の形状センサを含み、前記制御手段が外科手術中にタスクを実行する間の前記保持アームの形状を予測するための形状予測手段を含み、前記即時動作停止手段が、人のオペレータが前記保持アームの第 2 の端部若しくは前記手術道具を手動操作するときを決定するための所定基準に従って、前記表示された形状が前記予測された形状から外れるときに前記ロボットを動作停止する、請求項 1 に記載の手術システム。

【請求項 3】

前記状態センサが外科手術中に前記保持アームのおおよその形状を表示するための前記保持アーム上の形状センサを含み、前記ロボットが作動されるときに柔軟な前記アームの初期形状が決定され、前記即時動作停止手段が、前記表示された形状と前記初期形状との差が、人のオペレータが前記保持アームの第 2 の端部若しくは前記手術道具を手動操作しているときを決定するための閾値を超えるときに前記ロボットを動作停止する、請求項 1 に記載の手術システム。

40

【請求項 4】

前記状態センサが外科手術中に前記手術道具若しくは前記保持アームの遠位端のおおよその直線若しくは回転変位を表示するための変位センサを含み、前記制御手段が外科手術中にタスクを実行する間の前記手術道具若しくは前記保持アームの遠位端の直線若しくは回転変位を予測するための変位予測手段を含み、前記即時動作停止手段が、人のオペレータが前記保持アームの第 2 の端部若しくは前記手術道具を手動操作するときを決定するた

50

めの所定基準に従って、前記表示された変位が前記予測された変位から外れるときに前記ロボットを動作停止する、請求項 1 に記載の手術システム。

【請求項 5】

前記変位センサが電磁若しくは光学変位センサである、請求項 1 に記載の手術システム。

【請求項 6】

前記状態センサが外科手術中に前記手術道具若しくは前記保持アームの遠位端のおおよその直線若しくは回転変位を表示するための変位センサを含み、前記ロボットが作動されるときに前記手術道具若しくは前記保持アームの遠位端の初期直線若しくは回転変位が決定され、前記即時動作停止手段が、前記直線若しくは回転変位と前記初期直線若しくは回転変位との差が、人のオペレータが前記保持アームの第 2 の端部若しくは前記手術道具を手動操作していると決定するための閾値を超えるとときに前記ロボットを動作停止する、請求項 1 に記載の手術システム。

10

【請求項 7】

前記状態センサが外科手術中に前記保持アームの第 1 若しくは第 2 の端部におけるおおよその力若しくはモーメントを表示するための力センサを含み、前記制御手段が外科手術中にタスクを実行する間の前記保持アームの該端部における力若しくはモーメントを予測するための力予測手段を含み、前記即時動作停止手段が、人のオペレータが前記保持アームの第 2 の端部若しくは前記手術道具を手動操作するときを決定するための所定基準に従って、前記表示された力若しくはモーメントが前記予測された力若しくはモーメントから外れるときに前記ロボットを動作停止する、請求項 1 に記載の手術システム。

20

【請求項 8】

前記状態センサが外科手術中に前記保持アームの第 1 若しくは第 2 の端部におけるおおよその力若しくはモーメントを表示するための力センサを含み、前記ロボットが作動されるときに前記保持アームの該端部における初期力若しくはモーメントが決定され、前記即時動作停止手段が、前記表示された力若しくはモーメントと前記初期力若しくはモーメントとの差が、人のオペレータが前記保持アームの第 2 の端部若しくは前記手術道具を手動操作するときを決定するための閾値を超えるとときに前記ロボットを動作停止する、請求項 1 に記載の手術システム。

30

【請求項 9】

前記保持アームの遠位端若しくは前記保持アーム付近の前記手術道具、のうちの 1 つ以上に位置する把握感受性スイッチを有し、前記即時動作停止手段が、オペレータが前記保持アームの遠位端又は前記手術道具の把握端部を握るときに前記把握感受性スイッチが起動されるときに前記ロボットを動作停止する、請求項 1 に記載の手術システム。

【請求項 10】

前記柔軟性手段が前記保持アームの柔軟性を手動調節するための前記保持アーム上の柔軟性レバーを有する、請求項 1 に記載の手術システム。

【請求項 11】

前記保持アームの柔軟性を増加させるために前記柔軟性レバーが使用されるときに前記コントローラが前記ロボットを動作停止する、請求項 9 に記載の手術システム。

40

【請求項 12】

前記ロボットを作動させることは前記柔軟性手段に前記アームの剛性を増加させ、前記ロボットを動作停止することは前記柔軟性手段に前記保持アームの剛性を減少させる、請求項 1 に記載の手術システム。

【請求項 13】

前記即時動作停止手段が、前記状態センサの信号が所定閾値若しくは基準を超えさせるときに前記ロボットを動作停止し、前記閾値若しくは基準は前記ユーザ入力手段を用いて調節されることができる、請求項 1 に記載の手術システム。

【請求項 14】

手術道具を有し、前記手術道具が内視鏡である、請求項 1 に記載の手術システム。

50

【請求項 15】

前記ユーザ入力手段がマイクを含み、前記予めプログラムされるタスクの少なくとも 1 つの実行は前記マイクによって検出される言語命令によって開始されることができる、請求項 1 に記載の手術システム。

【請求項 16】

前記ユーザ入力手段がフットスイッチを含み、前記非作動モードから前記作動モードへ切り替えるように前記ロボットを再起動するための手段は前記フットスイッチによって開始される、請求項 1 に記載の手術システム。

【請求項 17】

前記即時動作停止手段が前記ロボットのモータへの全電力を止めることによって前記ロボットを動作停止する、請求項 1 に記載の手術システム。

【請求項 18】

手術システムを操作する方法であって、

ユーザ入力に応じて、ロボットを外科手術中にロボット動作の非作動モードから作動モードへ切り替えるステップと、

ロボットを作動状態にして前記手術システムを操作するステップであって、前記ロボットは所定タスクで予めプログラムされ、前記ロボットはユーザが前記作動モードにおいて前記タスクの実行を開始するためのユーザ入力手段を含み、前記開始されるタスクは前記作動モードにおいて実行され、前記手術システムは第 1 の端部と第 2 の遠位端を持つ細長い保持アームを含み、前記保持アームの第 1 の端部は前記ロボットに接続し、前記保持アームの第 2 の遠位端は手術道具に接続し、前記ロボットは外科手術中に前記手術システムの前記手術道具の再配置を制御するために前記保持アームの再配置を制御し、前記保持アームは、前記ロボットが外科手術中に前記タスクを実行するために前記保持アームを通じて前記手術道具へ十分な力とモーメントを加えることを可能にするために前記作動モードにおいて十分に剛性であり、前記保持アームは外科手術中に完全に非作動である、ステップと、

人のオペレータが前記手術道具若しくは前記保持アームの遠位端を操作するのに応じて、前記ロボット動作の作動モードから前記ロボット動作の非作動モードへ直ちに切り替え、前記ロボットは外科手術中に前記非作動モードであるとき実質的に不動である、ステップと、

前記非作動モードである間、前記保持アームが前記不動のロボットと前記手術道具の間に接続されながら、人のオペレータが前記手術道具の新たな位置への再配置を巧みに制御するために十分に前記非作動保持アームの柔軟性を増加させるステップと、

前記非作動モードである間、前記ロボットが外科手術中に前記作動モードにおいて前記タスクを実行するために前記保持アームを通じて前記手術道具へ十分な力とモーメントを加えるために十分に前記非作動保持アームの柔軟性を減少させるステップとを有する、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は概してロボット手術システムの分野に関し、より具体的にはロボット手術システム、特に内視鏡ロボットシステムを制御するためのロボットコントローラ及びプロセスに関する。

【背景技術】

【0002】

本願は、引用により本明細書に組み込まれる 2009 年 11 月 16 日出願の米国仮出願番号 61/261,390 の優先権を主張する。

【0003】

内視鏡は体腔若しくは臓器の内部の視覚化のための照明付き光学機器である。典型的には、内視鏡は前端に小型ビデオカメラを持ち、後端からデータケーブルがはうようにのび

10

20

30

40

50

ている長い管である。ケーブルは手術部位の拡大内部表示を示すモニタに接続される。機器は様々な長さ、直径、及び柔軟性で利用可能である。光ファイバ内視鏡は高い柔軟性を持ち、以前は到達できなかった部位へ達することを可能にする。

【0004】

内視鏡は体内の自然開口部を通して導入され得るか、又は切開によって挿入され得る。身体の特定位点を見るための機器は、気管支鏡、膀胱鏡、胃カメラ、腹腔鏡、耳鏡、及び腔鏡を含む。こうした鏡（スコープ）及び同様の鏡全てを本明細書では内視鏡と呼ぶ。

【0005】

内視鏡検査は外科手術中の内視鏡の使用である。内視鏡検査の目的は最小侵襲手術を提供することである。従来の外科手術では、外科医が手術している部位を見ることができるよう最初に身体が切開される。最小侵襲手術では、患者を切開するのではなく、内視鏡検査は外科医が内視鏡を用いて手術部位を見ることが可能にすることによって、外科医が小切開を通じて手術することを可能にする。小切開を通じた手術は通常、癒着化を減らし回復を早める。

【0006】

ロボット支援手術は内視鏡検査における最新動向である。ロボットアームが内視鏡に接続され、内視鏡を適所に保つ。ロボットは外科手術中に内視鏡を動かすためにロボットアームを動かすモータを含む。ロボットはまた内視鏡を動かす外科医からの命令を受信するためのユーザ入力システムも含む。入力システムはマイクと音声認識、又はキーボード若しくはジョイスティック若しくはグラフィカルユーザインタフェースと使用されるマウスを含み得る。ロボットはまた外科医によって与えられる命令に応答して内視鏡を動かすために予めプログラムされたタスクを実行するコントローラも含む。

【0007】

Priscoらの米国公開番号2007/0142823は動作の通常モードとクラッチモードの両方を持つロボット制御システムを持つロボット手術システムを開示する。通常モードとクラッチモードを切り替えるためにボタンが使用される。通常モードでは、ロボットアームはジョイスティックなどの入力装置を用いてマスター/スレーブモードで動作してロボットアーム運動をガイドする。クラッチモードでは、ロボットアームはアームを握って動かすことによって外科医によって直接操作されることが出来る。クラッチモードにおいて、制御システムはロボットアームのモータを操作して内部発生摩擦と内部抵抗を補正し、ロボットアーム位置の容易な操作をもたらす。

【0008】

EndoAssist（登録商標）（Prosurgics Ltd, UK）は、Sashi S. Kommur et al. "Initial Experience With The Endoassist Camera Holding Robot In Laparoscopic Urological Surgery", J Robotic Surg (2007) 1:133-137に記載されているマスター/スレーブアーキテクチャによる内視鏡支援の一例である。外科医は頭部装着型赤外線センサによって測定される頭部運動を通してロボットを制御する。ロボット制御を作動させるために外科医はフットペダルを離す必要がある。

【0009】

非ロボット受動システムEndofreeze（Aesculap, Germany）は、A. Arezzo et al. "Experimental Assessment Of A New Mechanical Endoscopic Solosurgery System", Surg Endosc (2005) 19:581-588に記載の通り、能動部品なしで内視鏡を保つための柔軟受動アームを使用する。

【0010】

Kwon et al. Chapter 15: Intelligent Laparoscopic Assistant Robot Through Surgery Task Model: How To Give Intelligence To M

10

20

30

40

50

edical Robots ISBN 978 3 902613 18 9は、ロボットがツールに従って同様の自動タスクを実行することができるが、外科医が音声制御と起動ボタン/ペダルを用いて制御を引き継ぐことができる、共用制御システムを記載する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本願の発明の一態様において、手術システムは動作の作動モードと動作の非作動モードの両方を持つロボットを含む。作動モードにおいてロボットは外科手術中に内視鏡などの手術道具の再配置を制御する。非作動モードにおいてロボットは実質的に不動で剛性である。ロボットは外科手術中に実行する所定タスクで予めプログラムされたコントローラを持つ。手術システムはユーザが作動モードにおいて予めプログラムタスクの実行を開始するためにコントローラと通信するユーザ入力を含む。

10

【課題を解決するための手段】

【0012】

外科システムはまた第1の端部と第2の遠位端とを持つ細長い保持アームも含む。第1の端部はロボットへの接続用コネクタを持ち、第2の遠位端は手術道具への接続用コネクタを持つ。保持アームは保持アームの柔軟性を増加若しくは減少させるためのスティフナー/デスティフナー(stiffener/destiffener)を含む。保持アームの剛性は、柔軟な保持アームがロボットと手術道具の間に接続されながら、人のオペレータが手術道具の新たな位置への再配置を巧みに制御することを可能にするために、非作動モードにおいて十分に減少させることができる。また、保持アームの剛性は、タスクを実行するように手術道具を再配置するためにロボットが剛性保持アームを再配置するために、作動モードにおいて十分な剛性を提供するために、基本的に剛性固定形状にロックするために、十分に増加させることができる。保持アームはロボットの作動モードと非作動モードの両方において完全に非作動である。

20

【0013】

ロボットアーム及び/又は保持アーム及び/又は手術道具上の状態センサは、保持アーム及び/又は手術道具の機械的状态に応じて信号を生成するためにコントローラと通信する。状態センサはロボットアーム及び/又は保持アームの形状を表示(測定)し得るか、及び/又は状態センサはロボットアーム及び/又は保持アーム及び/又は手術道具にかかる力及び/又はモーメントを表示(測定)し得るか、及び/又は状態センサはロボットアーム及び/又は保持アーム及び/又は手術道具の位置を表示(測定)し得るか、及び/又は状態センサはユーザが保持アーム及び/又は手術道具を握ったことを表示し得る。

30

【0014】

手術システムはまた、人のオペレータが状態センサからの信号に応じて保持アーム及び/又は手術道具を手動で操作するときを決定するための即時動作停止手段も含む。その決定後直ちに、即時動作停止手段はロボットの動作モードを作動モードから非作動モードへ変えることによってロボットを動作停止する。

【0015】

再起動手段は、手術道具の現在の位置においてロボットの動作モードを非作動モードから作動モードへ変えることによってユーザ入力手段に応答してロボットを再起動するため、及びロボットが外科手術中に手術道具の再配置の制御を再開するためのものである。

40

【0016】

本発明の別の態様では、手術システムにおいて、外科手術中のロボットアーム及び/又は保持アームのおおよその形状を表示(測定)するための形状センサがロボットアーム及び/又は非作動保持アーム上に設けられる。コントローラは外科手術中にタスクを実行しながら保持アームの形状を予測するための形状予測手段を含む。形状予測手段は理論的形状を計算する。即時動作停止手段は、人のオペレータが保持アームの第2の端部及び/又は手術道具を手動操作するときを決定するための所定基準に従って、表示された形状が予

50

測された形状から外れるときにロボットを動作停止する。

【0017】

本発明の別の態様、請求項1の手術システムにおいて、先と同様に外科手術中にロボットアーム及び／又は保持アームのおおよその形状を表示（測定）するための形状センサがロボットアーム及び／又は保持アーム上に設けられる。また、柔軟アームの初期形状はロボットが作動される時に決定される。即時動作停止手段は、人のオペレータが保持アームの第2の端部及び／又は手術道具を手動操作しているときに決定するための閾値を、表示された形状と初期形状との差が超えるときにロボットを動作停止する。

【0018】

本発明の別の態様では、手術システムにおいて、変位センサが外科手術中に手術道具及び／又は保持アームの遠位端のおおよその直線及び／又は回転変位を表示（測定）する。コントローラは外科手術中にタスクを実行する間の手術道具及び／又は保持アームの遠位端の直線及び／又は回転変位を予測するための変位予測手段を含む。変位予測手段は理論的変位を計算する。即時動作停止手段は、人のオペレータが保持アームの第2の端部及び／又は手術道具を手動操作するときを決定するための所定基準に従って、表示された変位が予測された変位から外れるときにロボットを動作停止する。

10

【0019】

本発明の別の態様では、手術システムにおいて、変位センサが外科手術中に手術道具及び／又は保持アームの遠位端のおおよその直線及び／又は回転変位を表示（測定）する。手術道具及び／又は保持アームの遠位端の初期直線及び／又は回転変位はロボットが作動されるときに決定される。即時動作停止手段は、人のオペレータが保持アームの第2の端部及び／又は手術道具を手動操作していると決定するための閾値を、表示された直線及び／又は回転変位と初期直線及び／又は回転変位との差が超えるときにロボットを直ちに動作停止する。

20

【0020】

本発明の別の態様では、手術システムにおいて、力センサが外科手術中に保持アームの第1及び／又は第2の端部におけるおおよその力及び／又はモーメントを表示（測定）する。コントローラは外科手術中にタスクを実行する間の保持アームの前記端部における力及び／又はモーメントを予測（計算）するための力予測手段を含む。力予測手段は理論的な力及び／又はモーメントを計算する。即時動作停止手段は、人のオペレータが保持アームの第2の端部及び／又は手術道具を手動操作するときを決定するための所定基準に従って、表示された力及び／又はモーメントが予測された力及び／又はモーメントから外れるときにロボットを直ちに動作停止する。

30

【0021】

本発明の別の態様では、手術システムにおいて、力センサが外科手術中に保持アームの第1及び／又は第2の端部におけるおおよその力及び／又はモーメントを（表示）測定する。保持アームの端部における初期力及び／又はモーメントはロボットが作動されるときに決定される。即時動作停止手段は、人のオペレータが保持アームの第2の端部及び／又は手術道具を手動操作するときを決定するための閾値を、表示された力及び／又はモーメントと初期力及び／又はモーメントとの差が超えるときにロボットを直ちに動作停止する。

40

【0022】

本発明の別の態様では、手術システムにおいて、保持アームの遠位端及び／又は保持アーム付近の手術道具のうちの1つ以上に把握感受性スイッチが位置する。即時動作停止手段は、オペレータが保持アームの遠位端及び／又は手術道具の外側部分を握るときに把握感受性スイッチが起動されると、ロボットを直ちに動作停止する。

【0023】

本発明の別の態様では、手術システムにおいて、システムは保持アームの柔軟性を増加及び減少させる柔軟性調節手段（ステイフナー／デステイフナー）を含み、柔軟性調節手段は保持アーム上のレバーによって手動制御される。レバーはまた、レバーが保持アーム

50

の柔軟性を増加させるようにセットされるときにロボットを動作停止し、またレバーが保持アームの柔軟性を減少させるようにセットされるときにロボットを作動させ得る。

【 0 0 2 4 】

本発明の別の態様では、手術システムにおいて、保持アームの柔軟性調節手段がロボットによって自動的に操作される。ロボットが作動されると、ロボットは柔軟性調節手段に保持アームの剛性を増加させ、ロボットが動作停止されると、ロボットは柔軟性調節手段に保持アームの剛性を減少させる。スティフナー / デスティフナーは機械的に、空気圧で、及び / 又は圧電的に動作することができる。

【 0 0 2 5 】

本発明の別の態様では、手術システムにおいて、即時動作停止手段は、状態センサの信号が所定閾値若しくは基準を超えるときにロボットを直ちに動作停止し、閾値若しくは基準はユーザ入力を用いて調節されることができる。

10

【 0 0 2 6 】

本発明の別の態様では、手術システムにおいて、システムは言語命令によって予めプログラムされたタスクを開始するためのマイクと、非作動モードから作動モードへ切り替えるようにロボットを作動させるためのフットスイッチとを含む。

【 0 0 2 7 】

本発明の別の態様では、手術システムにおいて、即時動作停止手段はロボットのモータへの全電力を止めることによってロボットを動作停止する。

【 0 0 2 8 】

本発明の別の態様では、手術システムにおいて、ロボットは受動保持アームの第 1 の端部に接続される端部を持つ能動アームを含む。

20

【 0 0 2 9 】

本発明の一態様において、手術システムを操作する方法は以下のステップを含む。人のオペレータの第 1 の動作に応答して、外科手術中にロボットが動作の非作動モードから作動モードへ切り替えられる。手術システムはロボットが作動モードの状態で作動される。ロボットは所定タスクで予めプログラムされ得るか、又は例えばジョイスティックを用いて外科医によってガイドされ得る。ロボットはユーザが作動モードにおいてタスクの実行を開始するためのユーザ入力を含み、開始されたタスクは動作の作動モードで実行される。手術システムは第 1 の端部と第 2 の遠位端とを持つ細長い保持アームを含む。保持アームの第 1 の端部はロボットに接続され、保持アームの第 2 の遠位端は手術道具に接続される。ロボットは外科手術中に手術システムの手術道具の再配置を制御するために保持アームの再配置を制御する。保持アームは、外科手術中にタスクを実行するようにロボットが保持アームを通じて手術道具へ十分な力とモーメントを加えることを可能にするために、作動モードにおいて十分に剛性であり、保持アームは外科手術中、完全に受動的である。

30

【 0 0 3 0 】

方法は以下のステップをさらに含む。人のオペレータが手術道具及び / 又は保持アームの遠位端を操作するのに応じて、ロボットはロボット動作の作動モードからロボット動作の非作動モードへ直ちに切り替え、ロボットは外科手術中に非作動モードであるとき、実質的に不動である。非作動モードの間に、受動保持アームの柔軟性を、保持アームが不動ロボットと手術道具の間に接続されながら、人のオペレータが手術道具の新たな位置への再配置を巧みに制御することを可能にするために十分に増加させる。また、非作動モードの間に、受動保持アーム (1 3 0) の柔軟性を、ロボット (1 0 0) が外科手術中に作動モードにおいてタスクを実行するために保持アーム (1 3 0) を通じて手術道具 (1 0 5) へ十分な力とモーメントを加えることを可能にするために十分に減少させる。

40

【 0 0 3 1 】

内視鏡ロボット工学においてはロボットと外科医との相互作用を標準的な臨床診療 (ロボットなし) に可能な限り近づけることが重要である。頭部装着型センサの使用は外科医に不快感をもたらし、I R センサが使用され、手術室内で l i g h t o f s i g h t が乱れる場合はあまり信頼できない可能性がある。また、ロボットの音声制御は、運動の

50

可能な全ての組み合わせを予めプログラムすることが難しいため、正しく機能しない可能性がある。また、緊急時には特定のロボットアーキテクチャに経験の浅い外科医が、ストレス下でフットペダルを踏み忘れ、又は言語命令を忘れ、そしてロボットの制御を引き継ぐことができない可能性がある。

【 0 0 3 2 】

本明細書における本発明の様々な態様のさらなる目的、特徴及び利点は、以下の図面と併せて以下の記載から明らかとなる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 3 】

【図 1】本発明の手術システムの一部の略図である。

【図 2】図 1 の保持アームと手術道具の一部の特定の実施形態を示す。

【図 3】図 1 の保持アームの一部の別の特定の実施形態を例示する。

【図 4】図 1 の本発明のコントローラの一部の特定の実施形態を概略的に例示する。

【図 5】図 1 の手術システムの一部の一実施形態例の略図である。

【図 6】図 1 の手術システムの操作の一部の特定の実施形態を例示するフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 4 】

本発明は、ロボットにタスクを実行させるが、また外科医にも即時に内視鏡を手動制御させ、外科医にその後ロボット制御を再開させることによって、内視鏡検査におけるロボットと外科医との相互作用を単純化する方法を提案する。外科医が手術道具及び / 又はロボットアーム及び / 又は手術道具にある受動保持アームを握る、及び / 又はその他の方法で手術道具を手動操作しようとする場合、ロボットは直ちに動作の非作動モードに入る。外科医が手術手術と同様に手術道具を手動で動かすことを可能にするためにロボットが非作動のときにシステムの剛性を減らす手段が設けられる。再起動後にロボットが作動モードにおいてさらなる自動タスクを実行することができるように、手動操作が完了した後にシステムの剛性を増加させる手段もまた設けられる。

【 0 0 3 5 】

特定の実施形態が図面を参照して記載される。1 で始まる参照数字は図 1 をあらわし、2 で始まる参照数字は図 2 をあらわし、3 で始まる参照数字は図 3 をあらわし、4 で始まる参照数字は図 4 をあらわし、5 で始まる参照数字は図 5 をあらわし、6 で始まる参照数字は図 6 をあらわす。

【 0 0 3 6 】

図 1 は本発明の手術システムの一部の略図である。図 1 において手術システムは動作の作動モードと動作の非作動モードの両方を持つロボット (1 0 0) を含む。作動モードにおいてロボットは外科手術中の手術道具 (1 0 5) の再配置を制御する。非作動モードにおいてロボット (1 0 0) は実質的に不動である。ロボットは外科手術中に手術道具 (1 0 5) を動かすのに適した任意の機構であり得る。ロボットは任意の数の自由度、例えば 3 自由度 (D O F)、5 D O F、若しくは 6 D O F を提供し得る。

【 0 0 3 7 】

ロボット (1 0 0) は所定タスクで予めプログラムされるコントローラ (1 1 0) を含む。コントローラは外科手術中に手術タスクを実行するようにロボットを制御する任意の手段であり得る。コントローラは純粋にハードウェアにおいて実装されることができ、又は図 4 に図示された特定の実施形態に関して以下に記載される通り、プロセッサを制御するプログラムモジュールをメモリ内に含んでもよい。コントローラは単一中央コントローラの複数の相互関連コントローラを含んでもよい。

【 0 0 3 8 】

図 1 の手術システムはユーザが作動モードにおいて予めプログラムされたタスクの実行を開始するためにコントローラ (1 1 0) と通信するユーザ入力 (1 1 5) も含む。ユーザ入力はタスクの言語的開始のためのマイク及び音声認識モジュール、ロボットを作動させるためのフットペダル、及び / 又はタスクの非言語的開始のためのキーボードを含み得

10

20

30

40

50

る。入力は、プッシュボタン、マウス、ジョイスティック、トラックボール、頭部装着型ポインタ、若しくは任意の他のユーザ入力装置などの項目も含み得る。

【0039】

手術システムはまた、ロボットに接続される第1の端部と、取り外し可能な手術道具(105)への接続用コネクタ(150)を持つ第2の遠位端とを持つ細長い保持アーム(130)も利用する。手術道具は、例えば内視鏡、外科用メス、シェーバー、ピンチャー、レーザーメス、若しくはロボット外科手術で使用される任意の他の一般的な道具であり得る。

【0040】

保持アーム(130)は保持アームの柔軟性を増加若しくは減少させるための何らかの柔軟性調節用手段(160)(スティフナー/デスティフナー)を含む。柔軟性調節(160)は、柔軟保持アーム(130)がロボット(100)と手術道具(105)の間に接続されながら、人のオペレータが手術道具(105)の新たな位置への再配置を巧みに制御することを可能にするよう、非作動モードにおいて十分な柔軟性を与えるために保持アーム(130)の柔軟性を増加させるために使用され得る。また、柔軟性調節は、ロボット(100)が手術道具(105)を再配置するために剛性保持アーム(130)を再配置するよう、作動モードにおいて十分な剛性を与えるために剛性固定形状にロックするために保持アーム(130)の柔軟性を減少させるためにも使用され得る。柔軟性調節を備える蛇のようなアームは周知であり、例えばFlex Arm(Mediflex Inc., Canada)である。スティフナー/デスティフナー(160)は機械的手段、空気圧手段、若しくは圧電手段によって操作されることができる。

【0041】

手術システムはまた、保持アーム(130)若しくは手術道具(105)の機械的狀態に応じて信号を生成するための、コントローラ(110)と通信する少なくとも1つの状態センサ(185)も含む。状態センサ(185)は保持アームの形状を信号で示すために保持アームの長さに沿って接続され得る形状センサであり得る。細長い形状センサは周知であり、例えばShape Tape(Measurand Inc., Canada)若しくはOBR Platform(Lune Technologies)などのブラッググレーティングファイバである。状態センサ(185)は保持アームの遠位端において又は手術道具に沿ってどこかに接続される光学追跡若しくは電磁追跡装置などの位置センサであり得る。光学及び電磁追跡装置はNDI(Northern Digital Inc.)から利用可能である。状態センサ(185)は保持アーム(130)のいずれかの端部及び/又は手術道具(105)における力及び/又はモーメントセンサであり得、例えば歪みゲージ若しくはロードセルなどである。また、状態センサ(185)は、ユーザが手術道具(105)及び/又は保持アーム(130)の遠位端を握るとすぐに信号を生成する、手術道具と保持アームの遠位端に沿った把握感受性スイッチであり得る。把握センサは、把握センサ上の保持アーム(130)及び/又は手術道具にただ触れるだけでは、保持アーム及び/又は手術道具が握られていることを示す信号を生成せず、把握センサ信号が保持アーム又は手術道具が握られていることを示すために実際に保持アーム(130)又は手術道具を握る必要があるため、プッシュボタンとは異なる。同じ及び/又は異なるタイプの複数の状態センサが設けられ得る。

【0042】

手術システムはまた、状態センサ(185)からの信号に応じて人のオペレータが保持アーム(130)及び/又は手術道具(105)を手動操作するときを決定する即時動作停止手段(180)も含む。人のオペレータが手術道具(105)及び/又は保持アーム(130)の第2の端部を手動操作したと決定されると、即時動作停止手段はロボット(100)の動作モードを作動モードから非作動モードへ変えることによってロボット(100)を直ちに動作停止する。

【0043】

即時動作停止手段(180)はコントローラのメモリ内のプログラムモジュールとして

10

20

30

40

50

実装され得、該モジュールはプロセッサの操作を制御する。その他の場合、即時動作停止手段（１８０）はプロセッサの操作を制御するために接続されるハードウェアにおいて実装され得る。これは図示の通りロボットのコントローラ（１００）の一部であってもよく、又は図４に関して以下で論じる通り個別の動作停止コントローラの一部として実装されてもよい。

【００４４】

即時動作停止手段（１８０）はロボットモータへの全電力をオフにすることによってロボットを動作停止し得る。ロボットをセーフモードにフリーズさせるためにモータの電力停止（depowering）が使用され得る。ロボットモータが、電力が止まるとフリーズするタイプのモータでない場合は、モータはモータをフリーズさせるブレーキを備え得る。

10

【００４５】

図１の手術システムはまた、手術道具（１０５）の現在の位置において動作モードを非作動モードから作動モードへ変えることによってユーザ入力（１１５）からの信号に応じてロボット（１００）を作動させる若しくは再起動させる作動手段（１９０）も含む。つまり、ロボットはロボットアーム若しくは手術道具を前の位置へ戻すのではなく現在の位置においてロボットアーム及び保持アーム及び手術道具を制御する。ロボット（１００）が作動されると、これは外科手術中の手術道具（１０５）の再配置の制御を再開する。つまり、これはユーザがユーザ入力（１１５）を利用することによって開始される予めプログラムされたタスクの実行を再開する。例えば、ロボットが非作動モードであるときは、ロボットを作動させるためにフットスイッチが使用され得る。作動手段（１８０）はプロセッサの操作を制御するコントローラのメモリ内のプログラムモジュールとして実装され得るか、又はプロセッサの操作を制御するために接続されるハードウェアにおいて実装され得る。これは図示の通りロボットのコントローラ（１００）の一部であり得るか、又は図４に関して以下で論じる通り個別の作動コントローラの一部として実装され得る。

20

【００４６】

図２は図１の手術システムの一部の一実施形態例の略図である。図２において、矢印（２００）で示されるロボットはコントローラ（２０４）を含むロボット本体／キャビネット（２０２）と、また矢印（２１０）で示されるロボットアームも含む。ロボットアームは３つのモータ付きジョイント（２２０，２２２，２２４）で接続される２つのセグメント（２１２，２１４）を含む。第３のジョイント（２２４）は保持アーム（２３０）の接続用コネクタ（２２６）を位置決めするためのエンドエフェクタである。ケーブル（２０６）はコントローラ（２０４）と、ジョイントモータ（２２０，２２２，２２４）及びセンサ（図３に関して以下に示す）などの保持アーム（２３０）の電気／電子部品とを接続する。

30

【００４７】

図２において、保持アーム（２３０）はロボットアームのコネクタ（２２６）に接続するコネクタ（２３２）を含む。保持アームは３つのジョイント（２４２，２４４，２４６）によって一緒に接続される３つのセグメント（２３４，２３６，２３８）を含む。アームが容易に操作される非常に柔軟な設定と、アームが比較的剛性である剛性設定との間でジョイントの剛性を調節するためにレバー（５４８）が使用され得る。コネクタ（２４９）はジョイント（２４６）に取り付けられ、保持アーム（２３０）に手術道具（２５０）を接続するために使用される。

40

【００４８】

音声命令のユーザ入力のためにマイク（２６０）がコントローラに接続され得る。言語命令は、例えば外科手術を支援するためにロボットが実行するように予めプログラムされるタスクを開始するための命令を含み得る。マイクはまたロボットを作動させるため、若しくはロボットを動作停止するためにも使用され得る。また、音声命令は非常に柔軟な状態と剛性状態との間で保持アームの柔軟性を調節するために使用され得る。

【００４９】

50

フットスイッチ（２６５）はユーザ信号のためにコントローラに接続される。信号はロボット作動を開始する信号であり得る。ロボットの作動はまた、柔軟性手段（１６０）に保持アームを剛性にさせ得る。

【００５０】

キーボード（２７０）もまた命令の非音声入力のためにコントローラに接続される。命令はマイク（２６０）に関して上述した命令のうちのいずれかであり得る。

【００５１】

ユーザに状態情報を提供するためにモニタなどの視覚出力装置がコントローラに接続される。例えばユーザがマイクを使って言語命令を出すと、命令がモニタ上に表示される。

【００５２】

マウス若しくはジョイスティック若しくはトラックボール若しくは頭部装着型ポインタ若しくはグローブなどの他の入力装置が命令入力のために設けられ得る。

【００５３】

ロボットアーム（２１０）は１つ以上の状態センサ（１８４）（図１）を含み得る。図２に示す通り、センサ（２５２，２５４，２５６）は例えば外科手術中にロボットアームのコネクタ若しくはジョイントにかかる力及び／又はモーメントを信号で伝える力／モーメントセンサであり得る。センサ（２５２，２５４，２５６）は外科手術中にロボットアームの端部（２５８）の位置を示す追跡センサであり得る。センサ（２５２，２５４，２５６）は外科手術中に保持アームのジョイントの位置を示す位置センサであり得る。センサ（２５６）は誰かがロボットアームの端部（２５８）付近を握るときを検出する把握センサであり得る。

【００５４】

図３は図１の保持アーム（１３０）及び手術道具（１０５）の一部の特定の実施形態である。図３において、保持アーム（３００）は第１の端部（３０５）と第２の遠位端（３１０）とを持つ細長い構造である。保持アームの第１の端部（３０５）はロボット（１００）（図１）への接続用コネクタ（３１５）を持ち、図３において保持アームの第２の端部（３１０）は手術道具（３０２）を保持アームの遠位端へ接続するためのコネクタ（３２０）を持つ。一般に、保持アームはロボットアームよりも大きい自由度を持つと予想される。保持アーム（３００）は複数のジョイント（３３２，３３４，３３６）によって一緒に接続される複数のアームセグメント（３２２，３２４，３２６）を有する。保持アーム（３００）は自発運動のための手段を持たず完全に非作動である。ロボット（１００）は保持アームの第１の端部を動かして保持アームの第２の端部を動かし、手術道具／器具を動かす。

【００５５】

保持アーム（３００）上のレバー（３２０）はジョイントを回転させるために必要な力／モーメントを調節することによってアームの柔軟性を手動調節するために使用されることが出来る。代替的に、若しくは付加的に、保持アームのジョイントの柔軟性はロボットへの接続（３１５）を用いてロボットによって調節され得る。柔軟性手段の剛性設定において、ジョイントは十分に堅いので、ロボットが外科手術中にタスクを実行する作動モードであるとき、ジョイントは回転しない。保持アームは、ジョイントが基本的に停止しているように非常に剛性であるか若しくはロックされ得る。柔軟設定において、保持アームの剛性は、外科医、アシスタント若しくは他のユーザが外科手術中に手術道具（３０２）を手動操作して手術道具（３０２）の位置を変えることができるように十分に柔軟である。柔軟設定において保持アームは、手術道具がユーザによって操作されない限り動かないように十分に剛性である。

【００５６】

図１において即時動作停止手段（１８０）は、柔軟性手段が保持アームの柔軟性を増加させるように作動されるとロボット（１００）を直ちに動作停止し得る。例えば、図３において、レバーが保持アームの柔軟性を増加させるために調整されるときに即時動作停止手段がロボットの動作停止を開始するように、レバー（３２０）が運動変換器を通してコ

10

20

30

40

50

ントローラへ接続されることができる。同様に、即時動作停止手段はロボットが動作停止されるときに柔軟性手段に保持アームの剛性を減少させるように、柔軟性手段を操作し得る。また、ロボットを作動させると、柔軟性手段に、外科手術中にタスクを実行するために十分に保持アームの剛性を増加させ得る。

【0057】

保持アーム(300)は1つ以上の状態センサ(184)(図1)を含む。図3に図示の通り、センサは、外科手術中に保持アームのコネクタ若しくはジョイントにかかる力及び/又はモーメントを信号で示す、ロボットアーム及び/又は保持アーム上の力/モーメントセンサ(350, 355)を含み得る。センサは外科手術中に手術道具(302)若しくは保持アーム(300)の遠位端(310)の位置を示す追跡センサ(360, 365)も含み得る。センサは外科手術中に保持アームのジョイントの位置を示す位置センサ(370, 372, 374)も含み得る。センサは誰かが手術道具(302)及び/又は保持アームの遠位端を握るときを検出する把握センサ(382, 384)を含み得る。

【0058】

図4は本発明のコントローラ(400)の一部の特定の実施形態を概略的に図示する。I/Oプロセッサ(405)はバスを通して信号を供給及び受信するためにI/Oバス(410)に接続される。入力信号は少なくとも1つの状態センサ(185)(図1)からの信号とユーザ入力(115)(図1)からの信号とを含み、出力信号はロボット(100)(図1)の制御モータへの信号を含み得る。I/Oプロセッサ(405)は、CPU、組み込みプロセッサ、若しくは一般プロセッサであるプロセッサ(415)に接続される。CPU(415)はメモリ(420)に格納されるプログラムモジュールによって制御される。

【0059】

メモリ(420)のモジュールは即時動作停止手段(180)(図1)を実装する即時動作停止モジュール(430)を含む。図4において、状態センサ(185)(図1)からの信号が検出されると、即時動作停止モジュール(430)は、ユーザが手術道具及び/又は保持アームの遠位端を操作しているかどうかを判断するようにCPUを制御し、そうであれば即時動作停止手段(430)はロボットを直ちに動作停止する。この特定の実施形態は作動手段(190)(図1)を実装する作動モジュール(435)も含む。図4において、ユーザが例えばフットスイッチを用いて作動を信号で示すと、作動モジュールはロボットが作動されるべきかどうかを決定し、そしてロボットを作動することを決定した場合、作動モジュールはロボットを作動する。

【0060】

状態センサ180(図1)の特定の実施形態において、保持アーム(500)(図5)上の形状センサ(525)(図5)は外科手術中に保持アームのおおよその形状を示す。図4において形状予測モジュール(460)は、外科手術中にタスクが実行される間の保持アームの形状を予測する。即時動作停止モジュール(430)は、人のオペレータが保持アームの第2の端部及び/又は手術道具を手動操作するときを決定するための所定基準に従って、おおよその形状が予測された形状から外れるとき、ロボット(100)(図1)を動作停止する。所定基準は、例えばずれの閾値であり得るか、又は下記の通り手術システムの他の状態センサに関連し得る他の基準を含み得る。

【0061】

代替的に若しくは付加的に、ロボット(100)(図1)が作動されるときに柔軟アームの初期形状が決定され、図4において即時動作停止モジュール(430)は、表示された形状と初期形状との差が、人のオペレータが保持アームの第2の端部及び/又は手術道具を手動操作しているときを決定するための閾値(465)を超えるときにロボットを動作停止する。

【0062】

状態センサ180(図1)の別の特定の実施形態において、変位センサ(360, 365)(図3)が外科手術中の手術道具(382)(図3)及び/又は保持アームの遠位端

10

20

30

40

50

(3 1 0) (図 3) のおおよその直線及び / 又は回転変位を示す。典型的にはこの機能は追跡センサを用いて実行される。図 4 において、変位予測モジュール (4 7 0) が、外科手術中にタスクを実行する間の手術道具及び / 又は保持アームの遠位端の直線及び / 又は回転変位を予測する。即時動作停止モジュール (4 3 0) は、人のオペレータが保持アームの第 2 の端部及び / 又は手術道具を手動操作するときを決定するための所定基準に従って、表示された変位が予測された変位から外れるときにロボット (1 0 0) (図 1) を動作停止する。所定基準はずれの閾値であり得るか、又は下記の通り手術システムの他の状態センサに関連する他の基準を含み得る。

【 0 0 6 3 】

代替的に若しくは付加的に、手術道具 (3 8 2) (図 3) 及び / 又は保持アームの遠位端 (3 1 0) (図 3) の初期直線及び / 又は回転変位が、ロボット (1 0 0) (図 1) が作動されるときに決定される。図 4 において、即時動作停止モジュール (4 3 0) は、直線及び / 又は回転変位と初期直線及び / 又は回転変位との差が、人のオペレータが保持アームの第 2 の端部及び / 又は手術道具を手動操作していると決定するための閾値 (4 7 5) を超えるときにロボットを動作停止する。

【 0 0 6 4 】

状態センサ (1 8 0) (図 1) の別の特定の実施形態において、力センサ (3 5 0 , 3 5 5) (図 3) が外科手術中の保持アーム (3 0 0) (図 3) の第 1 及び / 又は第 2 の端部におけるおおよその力及び / 又はモーメントを表示する。図 4 において、コントローラ (4 0 0) は外科手術中にタスクを実行する間の保持アームの前記端部における力及び / 又はモーメントを予測するための力予測モジュール (4 8 0) を含む。即時動作停止モジュール (4 3 0) は、人のオペレータが保持アームの第 2 の端部及び / 又は手術道具を手動操作するときを決定するための所定基準に従って、表示された力及び / 又はモーメントが予測された力及び / 又はモーメントから外れるときにロボット (1 0 0) (図 1) を動作停止する。所定基準はずれの閾値であり得るか、又は下記の通り手術システムの他の状態センサに関連する他の基準を含み得る。

【 0 0 6 5 】

代替的に若しくは付加的に、図 1 において、ロボット (1 0 0) が作動されるときに保持アーム (1 3 0) の第 1 及び / 又は第 2 の端部における初期力及び / 又はモーメントが決定される。図 4 において、即時動作停止モジュール (4 3 0) は、表示された力及び / 又はモーメントと初期力及び / 又はモーメントとの差が、人のオペレータが保持アームの第 2 の端部及び / 又は手術道具を手動操作するときを決定するための閾値 (4 8 5) を超えるときにロボットを動作停止する。

【 0 0 6 6 】

閾値 (4 6 5 , 4 7 5 , 4 8 5) はユーザ入力 (1 1 5) (図 1) を用いて調節され得る。例えば、閾値は一部の外科手術中は高く、他の外科手術では低くなる必要があるかもしれない、又は一部のユーザは高い閾値を望むかもしれない、他のユーザは低い閾値を望むかもしれない。

【 0 0 6 7 】

また、図 3 において、保持アーム (1 3 0) (図 1) の遠位端若しくは保持アーム付近の手術道具 (1 0 5) のうちの 1 つ以上に把握感受性スイッチ (3 8 2 , 3 8 4) が位置する。即時動作停止モジュール (4 3 0) (図 4) は、オペレータが保持アームの遠位端及び / 又は手術道具を握ることによって把握感受性スイッチが作動されるときにロボット (1 0 0) (図 1) を動作停止する。把握感受性センサは、単に指で把握感受性センサを押すだけでは信号を開始せず、反対に、把握感受性センサが取り付けられる物体 (手術道具及び / 又は保持アーム) を握ることによってのみ信号が生成されるので、プッシュボタンと区別される。

【 0 0 6 8 】

ロボットの即時動作停止を開始する所定基準は複合基準であってもよく、例えば、保持アームの形状のずれが閾値を超えることと、保持アームのジョイントにおける力 / モーメ

10

20

30

40

50

ントのずれが閾値を超えることの両方を必要とし得る。

【0069】

図5は本発明の保持アーム(500)の別の実施形態を図示する。図5において、蛇のような保持アーム(500)は複数のジョイント(512, 514, 516)によって一緒に接続される複数のセグメント(502, 504, 506, 508)を有する。レバー(470)は保持アームの剛性を調節するために内部ワイヤによって保持アームのジョイント全てに接続される。保持アームは外科手術中に保持アームのおおよその形状を表示する細長い形状センサ(525)を含む。形状センサは保持アームの長さに沿って接続される。信号導体(530)がコネクタ(515)を通じてコントローラ(110)へ通じている。形状センサは例えばShape Tape若しくはブラッググレーティングファイバ若しくは図1の状態センサ(185)について上述したような他のタイプの形状センサであり得る。

10

【0070】

図6は図1の手術システムの操作の一部の特定の実施形態を例示するフロー図である。図は非作動モードと作動モードの間の移行に関する操作のみを例示する。フロー図は手術システムの最終停止の初起動を例示しない。ステップ(605)において、フローチャートはロボットが非作動モードの状態を開始する。非作動モードにおいてロボット(100)のモータは停止される。これらはモータへの全電力を止めることによって停止され得るか、及び/又はモータブレーキ/ロックが設けられ得る。ロボットは、外科手術中にロボットが誤って動かないように剛性であり不動である。

20

【0071】

ステップ(610)において、非作動モードである間、保持アーム(130)の柔軟性は、手術道具がユーザによって手動で再配置されるように、手術道具(105)及び/又は保持アーム(130)が操作されることを可能にするために十分に増加され得る。増加した柔軟性は、ユーザが動かすために力を加えることなく手術道具が動くように与えられ得る。柔軟性は手動で増加され得るか、及び/又はロボットが非作動モードに切り替えられることによって自動的に増加され得る。

【0072】

ステップ(615)において非作動モードである間、保持アーム(130)の柔軟性は、ロボットが手術タスク中に手術道具(105)の運動を制御することを可能にするために十分に減少され得る。保持アームは基本的に剛性で実質的に柔軟性がない状態にされ得る。柔軟性は手動で減少され得る。保持アームが手動で柔軟性にされるとき、保持アームはロボットが作動モードに切り替えられる前に剛性にされるべきである。また、柔軟性はロボット(100)が下記ステップ(625)において作動モードに切り替えられることによって自動的に減少され得る。

30

【0073】

非作動モードである間、ステップ(620)において、手術システムはロボットを作動させる作動信号を持続的にスキャンする。作動信号がない場合、ロボットは非作動モードで作動し続ける。作動信号がある場合、ロボットは下記の通り作動モードに切り替わる。作動信号はフットスイッチ又はロボット(100)上若しくは保持アーム(130)上の単純なプッシュボタンによって提供され得る。

40

【0074】

ステップ625においてロボットは作動モードで動作する。ロボットは所定タスクで予めプログラムされる。ロボットはユーザがタスクの実行を開始するためのユーザ入力手段(115)を含む。手術システムは第1の端部(305)と第2の遠位端(310)を持つ細長い保持アーム(130)を含み、保持アームの第1の端部(305)はロボット(100)に接続し、保持アームの第2の遠位端(310)は手術道具(105)に接続している。作動モードにおいて、ロボット(100)は外科手術中に手術システムの手術道具(105)の再配置を制御するために保持アーム(130)の再配置を制御する。保持アーム(130)は、ロボット(100)が外科手術中にタスクを実行するために保持アーム(

50

130)を通じて手術道具(105)へ十分な力とモーメントを加えることを可能にするために、作動モードにおいて十分に剛性である。保持アーム(130)はモータ若しくは自発運動のための他の手段を持たないので、外科手術中に完全に受動的なままである。

【0075】

作動モードである間、ステップ(630)において、手術システムはロボットを動作停止する動作停止信号を持続的にスキャンする。ユーザが手術道具(105)及び/又は保持アーム(130)の第2の端部を手動操作しようとしているときを示すためのセンサがロボットアーム(210)及び/又は保持アーム(130)及び/又は手術道具(105)上に設けられる。即時動作停止手段(180)はユーザが手術道具(105)及び/又は保持アーム(130)の第2の端部を手動操作しようとしているときを決定するための基準を用いる。上記決定に際し、ロボット(100)の動作モードを作動モードから非作動モードへ変えることによってロボットは直ちに動作停止される。

10

【0076】

最後に、上記考察は本発明の単なる例示を目的とし、添付の請求項をいかなる特定の実施形態若しくは実施形態のグループにも限定するものと解釈されてはならない。利用されるシステムの各々はさらなるシステムとも併用され得る。従って、本発明はその特定の実施形態例を参照して特に詳細に記載されているが、以下の請求項に記載される本発明のより広い意図された精神と範囲から逸脱することなく多数の修正及び変更がなされ得ることもまた理解されるべきである。従って明細書と図面は例示と見なされるものであり添付の請求項の範囲を限定する意図ではない。添付の請求項の解釈にあたり、以下のことが理解されるべきである：

20

a) "有する"という語はある請求項に列挙されたもの以外の要素若しくは動作の存在を除外しない。

b) ある要素に先行する"a"若しくは"a n"という語はかかる要素の複数の存在を除外しない。

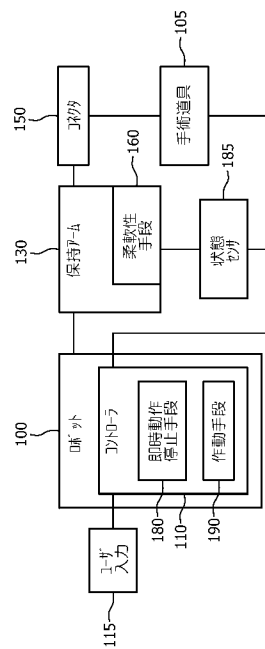
c) 請求項における任意の参照数字は例示目的であってその保護範囲を限定しない。

d) 複数の"手段"は同じ項目又はハードウェア若しくはソフトウェア実装構造若しくは機能によってあらわされ得る。

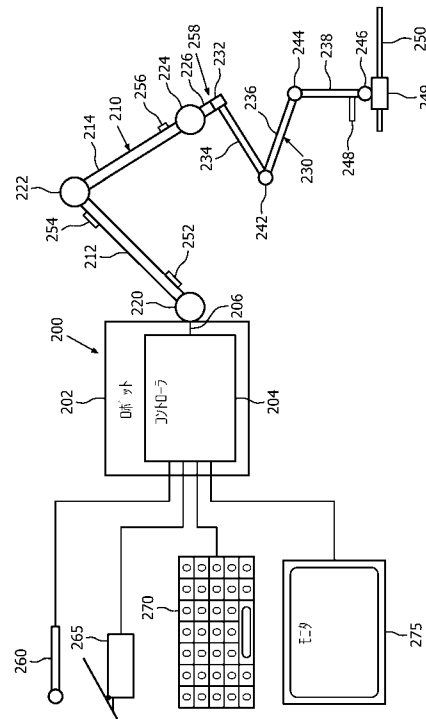
e) 開示された要素の各々はハードウェア部分(例えば離散電子回路)、ソフトウェア部分(例えばコンピュータプログラミング)、若しくはその任意の組み合わせから構成され得る。

30

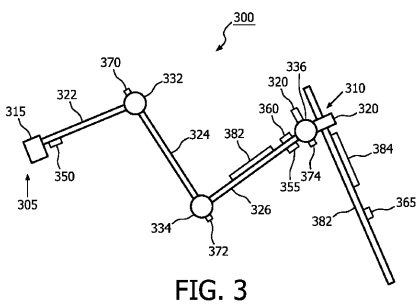
【 図 1 】



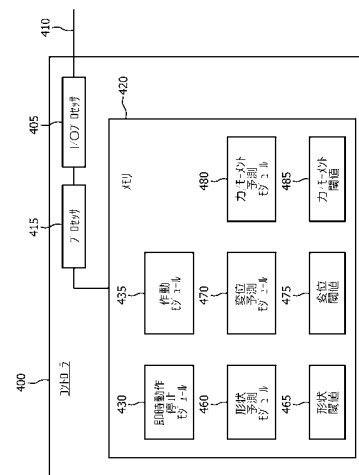
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【图 5】

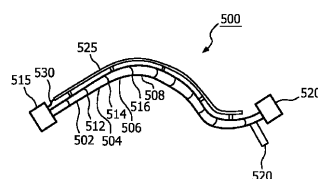
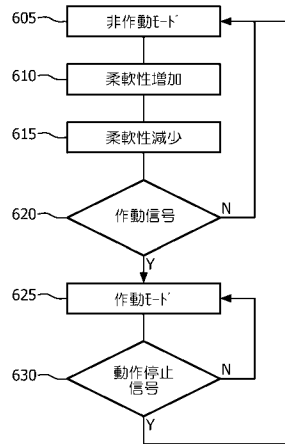


FIG. 5

【 図 6 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IB2010/055175**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☒ Claims Nos.: 18
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
Rule 39.1(iv) PCT - Method for treatment of the human or animal body by surgery
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/IB2010/055175

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. A61B19/00
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A | US 2007/142823 A1 (PRISCO GIUSEPPE M [US] ET AL PRISCO GIUSEPPE [US] ET AL) 21 June 2007 (2007-06-21) cited in the application paragraphs [0039], [0040], [0087] ----- | 1-17 |
| A | US 2009/157092 A1 (BLUMENKRANZ STEPHEN J [US] ET AL) 18 June 2009 (2009-06-18) paragraphs [0057], [0058]; figures 3,4 ----- | 1-17 |
| A | US 5 078 140 A (KWOH YIK S [US]) 7 January 1992 (1992-01-07) column 6, line 57 - column 7, line 2 ----- | 1-17 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 March 2011

Date of mailing of the international search report

21/03/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Held, Günter

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2010/055175

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US 2007142823 A1 | 21-06-2007 | US 2011009880 A1 | 13-01-2011 |
| US 2009157092 A1 | 18-06-2009 | EP 2231050 A1 | 29-09-2010 |
| | | WO 2009079301 A1 | 25-06-2009 |
| US 5078140 A | 07-01-1992 | NONE | |

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

Fターム(参考) 3C707 AS35 BS10 HT40 JT04 JU12 KS15 KS33 KX05 LU09 LV15
MS22

| | | | |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译) | 内窥镜支持机器人的人机共享控制 | | |
| 公开(公告)号 | JP2013510632A | 公开(公告)日 | 2013-03-28 |
| 申请号 | JP2012538458 | 申请日 | 2010-11-15 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 皇家飞利浦电子股份有限公司 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 皇家飞利浦电子股份有限公司的Vie | | |
| [标]发明人 | ポポヴィックアレクサンドラ | | |
| 发明人 | ポポヴィック アレクサンドラ | | |
| IPC分类号 | A61B19/00 B25J13/08 | | |
| CPC分类号 | A61B34/30 A61B34/37 A61B2017/00203 A61B2034/301 A61B2090/064 | | |
| FI分类号 | A61B19/00.502 B25J13/08.A | | |
| F-TERM分类号 | 3C707/AS35 3C707/BS10 3C707/HT40 3C707/JT04 3C707/JU12 3C707/KS15 3C707/KS33 3C707/KX05 3C707/LU09 3C707/LV15 3C707/MS22 | | |
| 优先权 | 61/261390 2009-11-16 US | | |
| 其他公开文献 | JP5750116B2 | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |

摘要(译)

一种手术系统包括具有主动模式和非主动操作模式的机器人以及用于保持手术工具的保持臂，以及立即去激活器，用于确定人类操作者何时根据信号手动操作保持臂或手术工具从至少一个条件传感器。紧接着该确定，立即去激活器停用机器人。保持臂包括用于增加或减小保持臂的柔性的加强件/减弱件。在非活动模式中，可以充分地减小保持臂的刚度，以允许操作者巧妙地控制将外科工具重新定位到新位置，而柔性保持臂连接在机器人和外科工具之间。此外，保持臂的刚度可以充分地增加，用于基本上将其锁定为刚性固定形状，用于在主动模式中提供足够的刚性，用于机器人重新定位刚性保持臂，用于重新定位手术工具以执行由外科医生命令输入。保持臂在机器人的活动和非活动模式中完全不活动。

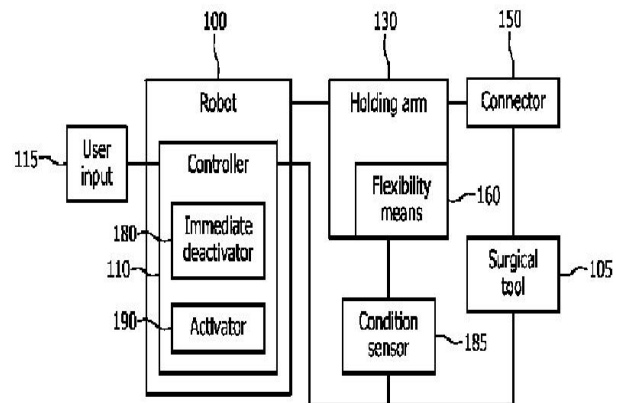


FIG. 1