

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5856745号
(P5856745)

(45) 発行日 平成28年2月10日 (2016. 2. 10)

(24) 登録日 平成27年12月18日 (2015. 12. 18)

(51) Int. Cl. F 1
A 6 1 B 90/00 (2016. 01) A 6 1 B 19/00 5 0 2

請求項の数 8 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2011-57050 (P2011-57050)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成23年3月15日 (2011. 3. 15)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2012-192004 (P2012-192004A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(43) 公開日	平成24年10月11日 (2012. 10. 11)	(74) 代理人	100108855
審査請求日	平成26年2月4日 (2014. 2. 4)		弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100159651
			弁理士 高倉 成男
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100109830
			弁理士 福原 淑弘
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 手術システム及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像情報を取得する撮像系を具備する手術システムであって、
前記画像情報が異常状態の内容を表す複数の異常検出パターンのいずれかにあてはまるかを判定する判定部と、
前記判定部により前記画像情報が少なくとも1つの前記異常検出パターンにあてはまると判定された場合に異常対応処理を実行する異常処理モードに切り替える制御部と、
を具備し、

前記制御部は、前記画像情報が複数の前記異常検出パターンにあてはまると判定された場合、前記異常処理モードにおいて、あてはまると判定された複数の前記異常検出パターンから導出された異常対応処理を実行し、前記画像情報が1つの前記異常検出パターンにあてはまると判定された場合、前記異常処理モードにおいて、あてはまると判定された1つの前記異常検出パターンに対応する異常対応処理を実行する手術システム。

【請求項 2】

前記制御部は、前記画像情報が複数の前記異常検出パターンにあてはまると判定された場合の前記異常処理モードにおいて前記異常対応処理を導出する際に、複数の前記異常検出パターンのそれぞれに重み付けをし、前記重み付けの総和を算出し、前記総和から異常対応処理を導出する請求項 1 に記載の手術システム。

【請求項 3】

前記制御部は、前記画像情報が複数の前記異常検出パターンにあてはまると判定された

場合の前記異常処理モードにおいて前記異常対応処理を導出する際に、前記制御部は、複数の前記異常検出パターンのそれぞれに優先順位をつけ、前記画像情報が当てはまると判定された前記異常検出パターンの中で最も高い優先順位が付けられた前記異常検出パターンに対応する異常対応処理を導出する請求項 1 に記載の手術システム。

【請求項 4】

術具を先端に有するスレーブアームをさらに具備し、

前記異常対応処理は、前記スレーブアームを患者の体外へ退避させることを含む請求項 1 に記載の手術システム。

【請求項 5】

画像情報を取得する撮像系を具備する手術システムの制御方法であって、

前記画像情報が異常状態の内容を表す複数の異常検出パターンのいずれかにあてはまるかを判定することと、

前記画像情報が少なくとも 1 つの前記異常検出パターンにあてはまると判定された場合に異常対応処理を実行する異常処理モードに切り替えることと、

を具備し、

前記画像情報が複数の前記異常検出パターンにあてはまると判定された場合の前記異常処理モードは、

あてはまると判定された複数の前記異常検出パターンから異常対応処理を導出することと、

前記導出された異常対応処理を実行することと、

を含み、

前記画像情報が 1 つの前記異常検出パターンにあてはまると判定された場合の前記異常処理モードは、

あてはまると判定された 1 つの前記異常検出パターンに対応する異常対応処理を実行することを含む、

手術システムの制御方法。

【請求項 6】

前記異常対応処理を導出することは、

複数の前記異常検出パターンのそれぞれに重み付けをすることと、

前記重み付けの総和を算出することと、

前記総和から異常対応処理を導出することと、

を含む請求項 5 に記載の手術システムの制御方法。

【請求項 7】

前記異常対応処理を導出することは、

複数の前記異常検出パターンのそれぞれに優先順位をつけることと、

前記画像情報が当てはまると判定された前記異常検出パターンの中で最も高い優先順位が付けられた前記異常検出パターンに対応する異常対応処理を導出することと、

を含む請求項 5 に記載の手術システムの制御方法。

【請求項 8】

前記手術システムは、術具を先端に有するスレーブアームを具備し、

前記異常対応処理は、前記スレーブアームを患者の体外へ退避させることを含む請求項 5 に記載の手術システムの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば医療用マニピュレータシステム等の手術システム及びその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ロボットを用いた医療処置に係る技術について種々の提案が為されている。特に

10

20

30

40

50

外科分野においては、多自由度アームを有する多自由度マニピュレータによって患者の処置をする医療用マニピュレータシステムについて各種の提案がなされている。

例えば特許文献 1 には、複数の医療用マニピュレータを使用した手術においてマニピュレータに何等かの動作不良が生じた場合に、それに対して速やかに対処できる安全性及び操作性に優れた医療用マニピュレータシステムが開示されている。

【 0 0 0 3 】

具体的には、特許文献 1 に開示されている医療用マニピュレータシステムでは、赤外線センサーが所定量の赤外線を検知した場合に、センサー処理回路がそれを認識し、処置用スレーブマニピュレータの動作が停止される。

例えば、赤外線センサーからの検知データ値が予め設定された閾値以上であるとセンサー処理回路で判断された場合には、センサー処理回路から処置用スレーブマニピュレータを実際に制御しているサーボ処理回路に停止命令が送られ、処置用スレーブマニピュレータの動作が停止される。このようにして、処置具の先端が、意図せずして臓器に接触してしまうことを防ぐことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特許第 3 7 1 7 5 5 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

ところで、医療用マニピュレータシステムのうち撮像系（例えば内視鏡等）に異常が発生した場合には、術者は、視野を失う等の非常に大きな不都合を蒙る。従って、従来より医療用マニピュレータシステムのような手術システムにおいて、撮像系に生じた異常状態に対して適切且つ迅速に対処する技術が望まれている。なお、特許文献 1 に開示されている技術は、撮像系に生じた異常状態に対処する処理を規定しているものではない。

【 0 0 0 6 】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、撮像系を具備する手術システムであって、撮像系により取得した画像が正常に表示されていない状態（異常状態）である場合に、適切に対処する処理を実行する手術システム及びその制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上記の目的を達成するために、本発明の一態様の手術システムは、
画像情報を取得する撮像系を具備する手術システムであって、
前記画像情報が異常状態の内容を表す複数の異常検出パターンのいずれかにあてはまるかを判定する判定部と、

前記判定部により前記画像情報が少なくとも 1 つの前記異常検出パターンにあてはまると判定された場合に異常対応処理を実行する異常処理モードに切り替える制御部と、

を具備し、

前記制御部は、前記画像情報が複数の前記異常検出パターンにあてはまると判定された場合、前記異常処理モードにおいて、あてはまると判定された複数の前記異常検出パターンから導出された異常対応処理を実行し、前記画像情報が 1 つの前記異常検出パターンにあてはまると判定された場合、前記異常処理モードにおいて、あてはまると判定された 1 つの前記異常検出パターンに対応する異常対応処理を実行する。

上記の目的を達成するために、本発明の一採用の手術システムの制御方法は、
画像情報を取得する撮像系を具備する手術システムの制御方法であって、
前記画像情報が異常状態の内容を表す複数の異常検出パターンのいずれかにあてはまるかを判定することと、

前記画像情報が少なくとも 1 つの前記異常検出パターンにあてはまると判定された場合

10

20

30

40

50

に異常対応処理を実行する異常処理モードに切り替えることと、

を具備し、

前記画像情報が複数の前記異常検出パターンにあてはまると判定された場合の前記異常処理モードは、

あてはまると判定された複数の前記異常検出パターンから異常対応処理を導出することと、

前記導出された異常対応処理を実行することと、

を含み、

前記画像情報が1つの前記異常検出パターンにあてはまると判定された場合の前記異常処理モードは、

あてはまると判定された1つの前記異常検出パターンに対応する異常対応処理を実行することを含む。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、撮像系を具備する手術システムであって、撮像系により取得した画像が正常に表示されていない状態（異常状態）である場合に、適切に対処する処理を実行する手術システム及びその制御方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の一実施形態に係る手術システムの第1の構成例を示す図。

【図2】本発明の一実施形態に係る手術システムの第2の構成例を示す図。

【図3】本発明の一実施形態に係る手術システムに生じた異常状態への対応処理の一例のフローチャートを示す図。

【図4】図3に示すフローチャートのステップS4における処理（ステップS4からステップS5又はステップS8への分岐処理；同フローチャートにおいて破線で囲まれた領域D内の処理）を詳細に記すフローチャートを示す図。

【図5】図3に示すフローチャートにおけるステップS10の処理（第二のモードへの設定処理）のサブルーチンのフローチャートを示す図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図面を参照して本発明の一実施形態について説明する。

図1は、本一実施形態に係る手術システムの第1の構成例を示す図である。本例では、マスタースレーブ方式の手術システムを想定している。ここで、マスタースレーブ方式の手術システムとは、マスターアームとスレーブアームとからなる2種のアームを有し、マスターアームの動作に追従させるようにしてスレーブアームを遠隔制御するシステムのことを言うものとする。

【0011】

図1に示す手術システムは、手術台100と、スレーブアーム200a~200dと、スレーブ制御回路400と、マスターアーム500a, 500bと、操作部600と、入力処理回路700と、画像処理回路800と、ディスプレイ900a, 900bと、を有している。

【0012】

手術台100は、観察・処置の対象となる患者1が載置される台である。この手術台100の近傍には、複数のスレーブアーム200a, 200b, 200c, 200dが設置されている。なお、スレーブアーム200a~200dを手術台100に設置するようにしても良い。

【0013】

スレーブアーム200a, 200b, 200c, 200dは、それぞれ複数の多自由度関節を有して構成されている。このようなスレーブアーム200a, 200b, 200c

10

20

30

40

50

、200dは、各関節を湾曲させることによって、手術台100に載置された患者1に対してスレーブアーム200a~200dの先端側(患者1の体腔に向かう側とする)に装着される処置具や観察器具といった各種の術具を位置決めする。

【0014】

スレーブアーム200a~200dの各関節は、アーム内に設けられた動力部によって個別に駆動される。この動力部としては、例えばインクリメンタルエンコーダや減速器等を備えたサーボ機構を有するモータ(サーボモータ)が用いられる。このサーボモータの動作制御は、スレーブ制御回路400によって行われる。

【0015】

さらに、スレーブアーム200a~200dは、各々の先端側に装着される術具240a~240dを駆動するための複数の動力部も有している。この動力部も例えばサーボモータが用いられ、このサーボモータの動作制御もスレーブ制御回路400によって行われる。

10

【0016】

スレーブアーム200a~200dの動力部が駆動された場合には、モータの駆動量が位置検出器によって検出される。位置検出器からの検出信号はスレーブ制御回路400に入力され、この検出信号により、スレーブアーム200a~200dの駆動量がスレーブ制御回路400において検出される。

【0017】

手術用動力伝達アダプタ(以下、単にアダプタと言う)220a、220b、220c、220dは、スレーブアーム200a、200b、200c、200dと術具240a、240b、240c、240dとの間に介在されてスレーブアーム200a、200b、200c、200dと術具240a、240b、240c、240dとをそれぞれ接続する。詳細は後述するが、アダプタ220a~220dは、それぞれが直動機構を有し、対応するスレーブアームの動力部において発生した動力を直動運動によって対応する術具に伝達するように構成されている。

20

【0018】

術具240a~240dは、複数の自由度を有する関節部を有し、患者1の体壁に開けられた図示しない挿入孔から患者1の体腔内に挿入される。また、術具240a~240dは、先端部が湾曲駆動したり回転駆動したりできるように構成されている。

30

この湾曲駆動は、例えばスレーブアーム200a~200d内にそれぞれ設けられたサーボモータを駆動させて術具240a~240d内に挿通配置されているワイヤを押し引き操作することによって行われる。また、回転駆動は、例えばスレーブアーム200a~200d内にそれぞれ設けられたサーボモータを駆動させて術具240a~240d内にそれぞれ設けられた回転機構を作動させたりすることによって行われる。

【0019】

さらに、術具の種類によっては、術具の先端に開閉機構が設けられている。この開閉機構は、例えば、処置を行う為の針や糸等の器具、血管、臓器、及び脂肪等を把持する操作を可能とする為の機構である。この開閉機構も、例えばスレーブアーム200a~200dにそれぞれ設けられたサーボモータを駆動させて術具内に挿通配置されたワイヤを押し引き操作することにより作動される。

40

【0020】

ここで、図1に示す4本のスレーブアーム200a~200dのうち、例えば、スレーブアーム200a、200b、200dは処置用のスレーブアームとして用いられるものである。これら処置用のスレーブアーム200a、200b、200dには、術具240a、240b、240dとして各種の外科手術器具が装着される。

【0021】

なお、本一実施形態における外科手術器具とは、例えばメスや鉗等の、患者1の体内の組織部位に対して処置を行うための術具を言うものとする。また、スレーブアーム200cは観察用のカメラアームとして用いられるものである。スレーブアーム200cには、

50

術具 240c として各種の観察器具が装着される。本一実施形態における観察器具とは、電子内視鏡等の、患者 1 の体内の組織部位を観察するための術具を言うものとする。

【0022】

また、アダプタ 220a ~ 220d に装着された術具 240a ~ 240d は、交換用術具 240e と交換可能になされている。このような術具の交換作業は、例えば助手 2 によって行われる。

ドレープ 300 は、本一実施形態に係る手術システムにおいて滅菌処理を行う部位（以下、清潔域と称する）と滅菌処理を行わない部位（以下、不潔域と称する）とを分けるためのものである。

【0023】

例えば、メスや鉗等の外科手術器具は患者 1 の体腔内に直接接触するものであり、洗浄処理や滅菌処理を十分に行っておく必要がある。これに対し、スレーブアーム 200a ~ 200d の動力部等は各種の電子部品を備えているため、通常は滅菌処理に耐え得る構造をしていない。

【0024】

したがって、アダプタ 220a ~ 220d を介してスレーブアーム 200a ~ 200d に術具 240a ~ 240d を装着した状態で手術を行う際には、滅菌処理済みの術具 240a ~ 240d の部分を露出させ、スレーブアーム 200a ~ 200d の動力部が保護されるように、図 1 に示すように、スレーブアーム 200a ~ 200d の動力部の部分をドレープ 300 によって包むようにした状態で手術を行う。

【0025】

ドレープ 300 によって清潔域と不潔域とを分けておくことにより、手術中において清潔域と不潔域との交錯を防止する。

スレーブ制御回路 400 は、例えば CPU やメモリ等を有して構成されている。このスレーブ制御回路 400 は、スレーブアーム 200a ~ 200b の制御を行うための所定のプログラムを記憶しており、入力処理回路 700 からの制御信号に従って、スレーブアーム 200a ~ 200b 又は術具 240a ~ 240d の動作を制御する。

【0026】

即ち、スレーブ制御回路 400 は、入力処理回路 700 からの制御信号に基づいて、操作者 3 によって操作されたマスターアームの操作対象のスレーブアーム（又は術具）を特定し、特定したスレーブアーム（術具）に操作者 3 のマスターアームの操作量に対応した動きをさせるために必要な駆動量を演算する。そして、スレーブ制御回路 400 は、算出した駆動量に応じてマスターアームの操作対象のスレーブアームの動作を制御する。この際、スレーブ制御回路 400 は、対応したスレーブアームに駆動信号を入力するとともに、対応したスレーブアームの動作に応じて動力部の位置検出器から入力されてくる検出信号に応じて、操作対象のスレーブアームの駆動量が目標の駆動量となるように駆動信号の大きさや極性を制御する。

【0027】

さらに、スレーブ制御回路 400 は、スレーブアーム 200c に装着された観察器具から画像信号が入力されてきた場合には、入力された画像信号を画像処理回路 800 に出力することも行う。なお、詳細は後述するが、この画像信号に基づいて、画像処理回路 800 は、視野異常の検出（判定）を行う。そして、画像処理回路 800 は、この視野異常の検出（判定）結果に基づいて、制御モード（第一のモード、第二のモード）を切り替える。この際、スレーブ制御回路 400 は、画像処理回路 800 からの制御信号に基づいて、各々の制御モードにおける処理を実行するように、各スレーブアームの動作制御を行う。

また、スレーブ制御回路 400 近傍には、図 1 に示すように本一実施形態に係る手術システムの状態等を確認するエンジニアである ME4 が位置している場合もある。

【0028】

ここで、前記制御モード（第一のモード、第二のモード）について詳細に説明する。

“第一のモード”とは、通常時（撮像系に異常が生じていない場合）の制御モードであ

10

20

30

40

50

る。一方、“第二のモード”とは、撮像系により取得した画像が正常に表示されていない状態（異常状態）である場合の制御モードである。この第二のモードは、発生した異常状態の内容（後述する“異常検出パターン”）と、異常時に実行する処理（後述する“異常対応処理”）内容と、が対応付けされた制御モードである。

【0029】

この第二のモードの対応付け設定は、例えば異常状態の内容、及び/または当該手術システムの操作者に応じて適宜為される。この設定は予め規定されていてもよいし、操作者により適宜変更可能にしてもよい。

前記異常の内容（異常検出パターン）とは、例えば後述の各異常フラグに対応する異常の内容である。

《異常検出パターン1》モニタ異常

ディスプレイ900a, 900bに全く画像が来ていない（モニタへ信号は来ていない）

《異常検出パターン2》色異常

表示画像の色が不適切（RGBのバランスが極端に崩れている）

《異常検出パターン3》くもり異常

観察用のカメラアームであるスレーブアーム200cのレンズが曇っている、明度が低下している、エッジの無い画像になっている

《異常検出パターン4》ノイズ異常

電源系のノイズが画像信号に混入している（画像信号を周波数解析すると特定周波数に大きなピークが立っている）

《異常検出パターン5》フレーム異常

フレームが欠落している（画像処理が表示更新処理に追いつかない、タイムアウトを検出している）

《異常検出パターン6》3D片目異常

3D表示において片目表示となっている（3D表示画像を取得する為の2台の内視鏡（左右の内視鏡）の画像が極端に違う）

なお、上述の各《異常検出パターン》はあくまでも一例であって、上述の例に限られないことは勿論である。

【0030】

上述の異常検出パターンのうち、《異常検出パターン1》及び《異常検出パターン6》は撮像系の異常に起因する異常状態であり、《異常検出パターン2》～《異常検出パターン5》は表示画像に係る異常状態である。

ところで、前記異常時に実行する処理（異常対応処理）内容とは、例えば次のような処理である。

《異常対応処理1》その場で停止処理

スレーブアーム200a～200dのうち少なくとも1つを、その場で停止させる。

《異常対応処理2》退避させて停止処理

スレーブアーム200a～200dのうち少なくとも1つを、患者1の体外に後退させてから停止させる。

《異常対応処理3》術具による把持を解除してから退避させて停止処理

スレーブアーム200a、200b、200dの術具（外科手術器具）240a、240b、240dのうち少なくとも1つの把持状態を解除してから、スレーブアーム200a、200b、200dのうち少なくとも1つを、患者1の体外に後退させてから停止させる。

《異常対応処理4》撮像系のアームを後退させて広い視野を確保した上で術具のアームを退避させて停止させる処理

術具240cとして各種の観察器具が装着されたスレーブアーム200c（例えば内視鏡等）を後退させて、内視鏡による広い視野を確保した上で、術具（外科手術器具）240a、240b、240dが装着されたスレーブアーム200a、200b、200dの

10

20

30

40

50

うち少なくとも1つを、患者1の体外に退避させて停止させる。

《異常対応処理5》画像に異常が生じている可能性があることを操作者、助手、及びME等に提示する処理（アラーム、ワーニング）

ディスプレイ900a, 900bに再生表示されている画像に異常が生じている可能性があることを、例えば音声・映像等によって、操作者3及び/または助手2に対して報知する。

《異常対応処理6》画像に異常が生じている可能性がある場合に、その異常内容（表示異常、色ずれ、くもり、片目など）を操作者、助手、及びME等に提示する処理

ディスプレイ900a, 900bに再生表示されている画像に異常が生じている可能性がある場合に、その異常内容を、例えば音声・映像等によって、操作者3及び/または助手2に対して報知する。

10

《異常対応処理7》特別な処理を何も行わない

撮像系において異常が発生したからといって、必ずしも特別な処理が必要となるわけではない。従って、特別な処理が必要でない場合には、特別な処理を何も行わない（実質的に、通常時（撮像系に異常が生じていない場合）の処理モードである“第一のモード”に設定されている状態と同じ）。

【0031】

なお、上述の各《異常対応処理》はあくまでも一例であって、上述の例に限られないことは勿論である。

ここで、“第二のモード”においては、上述の《異常検出パターン》と《異常対応処理》とが対応付けられて設定されており、《異常検出パターン》と《異常対応処理》との組み合わせは予め規定されてもよいし、ユーザが任意に設定できるようにしてもよい。

20

【0032】

さらに、“第二のモード”においては、例えば次のような設定を行ってもよい。

[視野異常フラグに優先順位をつける設定]

同時に複数の視野異常フラグがONに設定された場合の為に、各異常フラグ間で優先順位をつける。そして、同時に複数の視野異常フラグがONに設定された場合には、優先順位がより上位の視野異常フラグに対応する異常対応処理を実行する。

[異常フラグがONされた回数に基づいて、異常対応処理を変更していく設定]

例えば、或る視野異常フラグが一度目のON時には《異常対応処理5》を実行し、二度目のON時には《異常対応処理6》を実行する処理を行う。

30

[異常検出パターン毎に重み付けを行う設定]

異常検出パターン毎に重み付けを行い、発生した異常に対応する重みの和が所定値に達すると、《異常対応処理》を変更する。

【0033】

以上、“第二のモード”の設定について説明したが、この設定は、予め定めた設定としてもよいし、ユーザが任意に設定できるようにしてもよい。また、当該手術システムの操作者の手術経験、技術レベル、手術対象部位等によって、適宜、設定変更可能に構成してもよい。

【0034】

40

ところで、マスターアーム500a、500bは複数のリンク機構で構成されている。リンク機構を構成する各リンクには例えばインクリメンタルエンコーダ等の位置検出器が設けられている。この位置検出器によって各リンクの動作を検知することで、マスターアーム500a、500bの操作量が入力処理回路700において検出される。

【0035】

なお、図1の例において、マスターアーム500aが操作者3の右手によって操作されるアームであり、マスターアーム500bが操作者3の左手によって操作されるアームである。このように、図1は、2本のマスターアーム500a、500bを用いて4本のスレーブアームを操作する場合の例を示している。この場合、マスターアームの操作対象のスレーブアームを適宜切り替える必要が生じる。このような切り替えは、例えば操作者3

50

の操作部 600 の操作によって行われる。勿論、マスターアームの本数とスレーブアームの本数とを同数とすることで操作対象を 1 対 1 の対応とすれば、このような切り替えは不要である。

【0036】

操作部 600 は、マスターアーム 500 a、500 b の操作対象のスレーブアームを切り替えるための切替ボタン（以下、切替ボタンと言う）や、システムを緊急停止させたりするためのフットスイッチ等の各種の操作部材を有している。操作者 3 によって操作部 600 を構成する何れかの操作部材が操作された場合には、対応する操作部材の操作に応じた操作信号が操作部 600 から入力処理回路 700 に入力される。

【0037】

入力処理回路 700 は、マスターアーム 500 a、500 b からの操作信号及び操作部 600 からの操作信号を解析し、操作信号の解析結果に従って本手術システムを制御するための制御信号を生成してスレーブ制御回路 400 に入力する。

画像処理回路 800 は、スレーブ制御回路 400 及び入力処理回路 700 と協働して当該手術システム全体を統括的に制御する。後述する図 3 乃至図 5 に示すフローチャートにおける処理も、主として画像処理回路 800 による制御で行われる。

【0038】

また、画像処理回路 800 は、スレーブ制御回路 400 から入力された画像信号を表示させるための各種の画像処理を施して、操作者用ディスプレイ 900 a、助手用ディスプレイ 900 b における表示用の画像データを生成する。操作者用ディスプレイ 900 a 及び助手用ディスプレイ 900 b は、例えば液晶ディスプレイで構成され、観察器具を介して取得された画像信号に従って画像処理回路 800 において生成された画像データに基づく画像を表示する。

【0039】

上述した図 1 の構成の手術システムにおいては、まず滅菌処理済みの術具 240 a ~ 240 d を装着する。本実施形態における滅菌処理としてはオートクレーブ滅菌や EOG 滅菌等の各種の方式を用いることができる。

操作者 3 は、スレーブアーム 200 c の先端に装着された観察器具を介して取り込まれた画像信号に基づいて操作者用ディスプレイ 900 a に表示された画像を見ながら、マスターアーム 500 a、500 b を操作する。操作者 3 によるマスターアーム 500 a、500 b の操作を受けて、マスターアーム 500 a、500 b の各リンクに取り付けられた位置検出器からの検出信号が入力処理回路 700 に入力される。また、操作部 600 の切替ボタンが操作されることにより、操作部 600 からの操作信号が入力処理回路 700 に入力される。

【0040】

入力処理回路 700 は、操作部 600 の切替ボタンからの操作信号の入力回数をカウントしており、この操作信号の入力回数に従って、マスターアーム 500 a、500 b の操作対象のスレーブアームの切り替えを行う。例えば、初期状態では、マスターアーム 500 a の操作対象をスレーブアーム 200 a とし、マスターアーム 500 b の操作対象をスレーブアーム 200 b としておく。

【0041】

この初期状態において、切替ボタンが 1 回押された場合に、入力処理回路 700 は、マスターアーム 500 a の操作対象をスレーブアーム 200 c に切り替えたり、マスターアーム 500 b の操作対象をスレーブアーム 200 d に切り替える。以下、切替ボタンが 1 回押される毎に、入力処理回路 700 は、マスターアーム 500 a の操作対象をスレーブアーム 200 a とスレーブアーム 200 c との間で切り替えたり、マスターアーム 500 b の操作対象をスレーブアーム 200 b とスレーブアーム 200 d との間で切り替える。

【0042】

さらに、入力処理回路 700 は、マスターアーム 500 a、500 b の何れかの位置検出器から検出信号が入力された場合に、検出信号の値からマスターアームの操作量を判別

10

20

30

40

50

する。そして、入力処理回路 700 は、操作者 3 によって操作されたマスターアームの操作量を示す情報と、操作されたマスターアームの操作対象のスレーブアームを判別するための情報とを含む制御信号を生成し、生成した制御信号をスレーブ制御回路 400 に入力する。

【0043】

スレーブ制御回路 400 は、入力処理回路 700 からの制御信号に従って、操作者 3 によるマスターアームの操作に応じた動きをスレーブマニピュレータにさせるために必要な駆動量を演算する。そして、スレーブ制御回路 400 は、マスターアームの操作対象のスレーブアームの駆動量が演算した駆動量に達するように、操作対象のスレーブアームに入力する駆動信号の大きさや極性を制御する。

10

【0044】

また、スレーブ制御回路 400 は、操作者 3 によってフットスイッチ踏まれて入力処理回路 700 からシステムの緊急停止をさせる旨の制御信号が入力されたときには、スレーブアーム 200a ~ 200d を停止させる。

図 2 は、本一実施形態に係る手術システムの第 2 の構成例を示す図である。図 2 に示す例では、ハンディタイプの手術システムを想定している。ここで、ハンディタイプの手術システムとは、外科手術器具が装着されたアームを操作者 3 が直接操作するシステムのことを言うものとする。

【0045】

図 2 において、図 1 と同一又は対応する構成については図 1 と同一の参照符号を付すこととで説明を省略する。

20

ここで、図 2 に示すスレーブ制御回路 400 は、カメラアームとしてのアーム 200c の動作をマスタースレーブ方式で制御するために設けられている。アーム 200c についてもハンディタイプのアームとするのであれば、スレーブ制御回路 400 は不要である。

【0046】

ハンディアーム 200f は、スレーブアーム 200a ~ 200d と同様、手術台 100 の近傍に設置されている。ハンディアーム 200f も、スレーブアーム 200a ~ 200d と同様、先端側に接続される術具を駆動するための複数の動力部を有している。

【0047】

ハンディアーム 200f の動力部は、ハンディアーム 200f に設けられている図示しない操作部からの駆動信号に従って動力を発生する。また、図 2 に示すように、ハンディアーム 200f の先端にも図 1 で示したのと同様のアダプタ 220f が接続され、さらに、アダプタ 220f の先端には術具 240f が接続される。

30

【0048】

ハンディアーム 200f、アダプタ 220f、術具 240f は、それぞれ、別のハンディアーム 200g、アダプタ 220g、術具 240g と交換可能になされている。このような術具の交換作業は、例えば助手 2 によって行われる。

図 2 で示した構成の手術システムにおいては、操作者 3 がハンディアーム 200f の図示しない操作部を操作することにより、ハンディアーム 200f や術具 240f が駆動される。その他の動作については図 1 で説明した動作が適用される。

40

【0049】

図 3 は、本一実施形態に係る手術システムにおいて、撮像系により取得した画像が正常に表示されていない状態（異常状態）である場合の一例のフローチャートを示す図である。

まず、当該手術システムが起動処理されると、画像処理回路 800 は所定の各種パラメータやフラグを読み込み（ステップ S1）、動作を開始する（ステップ S2）。ここで、画像処理回路 800 は、ステップ S1 において読み込んだフラグのうち“視野異常フラグ”の状態を、ユーザに提示する（ステップ S3）。この提示は、例えばディスプレイ 900a, 900b を利用して行われる。

【0050】

50

“視野異常フラグ”は、詳細は後述するが主として撮像系における異常状態の発生に係るフラグであり、本例では、“モニタ異常フラグ”、“色異常フラグ”、“くもり異常フラグ”、“ノイズ異常フラグ”、“フレーム異常フラグ”、及び“3D片目異常フラグ”を設けている。

【0051】

続いて、画像処理回路800は、ディスプレイ900a, 900bに表示されている画像データを、ディスプレイ900a, 900bから受信し、該画像データに基づいて、視野が正常であるか否か（撮像系により取得した画像が正常に表示されているか否か）を判定する（ステップS4）。

【0052】

このステップS4における処理（ステップS4からステップS5又はステップS8への分岐処理；同フローチャートにおいて破線で囲まれた領域D内の処理）は、詳細には次のような処理である。図4は、図3に示すフローチャートのステップS4における処理（ステップS4からステップS5又はステップS8への分岐処理；同フローチャートにおいて破線で囲まれた領域D内の処理）を詳細に記すフローチャートを示す図である。

【0053】

図4に示すように、本例では、“視野異常フラグ”を構成する複数のフラグ（“モニタ異常フラグ”、“色異常フラグ”、“くもり異常フラグ”、“ノイズ異常フラグ”、“フレーム異常フラグ”、及び“3D片目異常フラグ”）について直列的に判定していく。

【0054】

すなわち、まず、画像処理回路800は、対象のモニタ（ディスプレイ900a, 900b）に映像信号が届いているか否かを判定する（ステップS4-1）。このステップS4-1をNOに分岐する場合（対象のモニタに映像信号が届いていない場合）、“モニタ異常フラグ”をONに設定する（ステップS8-1）。

【0055】

ステップS4-1をYESに分岐する場合またはステップS8-1における処理の後、画像処理回路800は、対象のモニタ（ディスプレイ900a, 900b）にて再生表示されている画像の色バランスが正常範囲内に収まっているかを判定する（ステップS4-2）。このステップS4-2をNOに分岐する場合（再生表示されている画像の色バランスが正常範囲内に収まっていない場合）、“色異常フラグ”をONに設定する（ステップS8-2）。

【0056】

ステップS4-2をYESに分岐する場合またはステップS8-2における処理の後、画像処理回路800は、対象のモニタ（ディスプレイ900a, 900b）にて再生表示されている映像がくもっていないか否かを判定する（ステップS4-3）。このステップS4-3をNOに分岐する場合（再生表示されている映像がくもっている場合）、“くもり異常フラグ”をONに設定する（ステップS8-3）。

【0057】

ステップS4-3をYESに分岐する場合またはステップS8-3における処理の後、画像処理回路800は、対象のモニタ（ディスプレイ900a, 900b）にて再生表示されている画像のノイズが正常範囲内のノイズであるか否かを判定する（ステップS4-4）。このステップS4-4をNOに分岐する場合（再生表示されている画像のノイズが正常範囲内のノイズでない場合）、“ノイズ異常フラグ”をONに設定する（ステップS8-4）。

【0058】

ステップS4-4をYESに分岐する場合またはステップS8-4における処理の後、画像処理回路800は、対象のモニタ（ディスプレイ900a, 900b）にて再生表示されている映像にフレーム落ちが無いかなかを判定する（ステップS4-5）。このステップS4-5をNOに分岐する場合（再生表示されている映像にフレーム落ちが有る場合）、“フレーム異常フラグ”をONに設定する（ステップS8-5）。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

ステップ S 4 - 5 を Y E S に分岐する場合またはステップ S 8 - 5 における処理の後、画像処理回路 8 0 0 は、対象のモニタ（ディスプレイ 9 0 0 a , 9 0 0 b ）にて再生表示されている映像が “ 3 D 片目異常になっていないか（正常な 3 D 表示であるか否か） ” を判定する（ステップ S 4 - 6 ）。このステップ S 4 - 6 を N O に分岐する場合（再生表示されている映像が “ 3 D 片目異常になっている（正常な 3 D 表示でない） ” 場合）、 “ 3 D 片目異常フラグ ” を O N に設定する（ステップ S 8 - 6 ）。

【 0 0 6 0 】

ここで、ステップ S 4 - 6 を N O に分岐する場合とは、例えば、3 D 画像を取得する為の 2 台の内視鏡のうち片方の内視鏡のみが、レンズ汚れ等により正常な立体画像を取得できない状態となっている場合である。

10

なお、ステップ S 4 - 6 及びステップ S 8 - 6 は、当該手術システムの撮像系が 3 D 表示を行う仕様に構成されていない場合には不要なステップである。

【 0 0 6 1 】

以上説明した図 4 のフローチャートに示す各ステップ（ステップ S 4 - 1 ~ ステップ S 4 - 6 ）における判定は、当該判定時の瞬間においての判定でもよいし、或る異常状態が一定時間（一定割合）持続した場合に異常であると判定するとしてもよい。

なお、図 4 に示す処理例では、各視野異常フラグについて直列的に判断していく処理としているが、並列的に判断していく処理としても勿論よい。

【 0 0 6 2 】

20

上述した図 4 に示すフローチャートの処理を終えると、一つでも視野異常フラグが O N に設定されている場合にはステップ S 9 へ移行し、全ての視野異常フラグが O N に設定されなかった場合にはステップ S 5 へ移行する（当該ステップ S 4 を Y E S に分岐する）。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 4 を Y E S に分岐した場合（視野が正常である場合）、画像処理回路 8 0 0 は、全ての “ 視野異常フラグ ” を O F F に設定し、当該手術システムを “ 第一のモード ” に設定する（ステップ S 6 ）。ここで “ 第一のモード ” とは、通常時（撮像系に異常が生じていない場合）の処理モードである。

【 0 0 6 4 】

その後、画像処理回路 8 0 0 は、 “ 当該手術システムを終了するか否か ” の判断をユーザに求める表示をディスプレイ 9 0 0 a , 9 0 0 b を利用して行い、該表示に対するユーザの応答操作に基づいて、当該手術システムを終了するか否かを判断する（ステップ S 7 ）。

30

【 0 0 6 5 】

ユーザにより当該手術システムの終了操作が行われた場合、ステップ S 7 を Y E S に分岐し、画像処理回路 8 0 0 は、当該時点において設定されている状態の視野異常フラグを不揮発性メモリ等へ書き込み（ステップ S 1 2 ）、当該手術システムを終了させる。一方、ステップ S 7 を N O に分岐する場合は、前記ステップ S 3 へ移行する。

【 0 0 6 6 】

ところで、前記ステップ S 4 - 1 ~ ステップ S 4 - 6 のうち少なくとも何れか一つのステップを N O に分岐し、少なくとも一つの “ 視野異常フラグ ” が O N に設定されると（ステップ S 8 - 1 ~ ステップ S 8 - 6 ）、ステップ S 9 へ移行する。

40

このステップ S 9 において、画像処理回路 8 0 0 は、当該時点において視野異常フラグが “ 有効 ” であるか否かを判定する（ステップ S 9 ）。このステップ S 9 は、後述するステップ S 1 3 において視野異常フラグが既に “ 無効化処理 ” されており、当該時点においても未だ無効のままである場合を考慮したステップである。

【 0 0 6 7 】

このステップ S 9 を N O に分岐する場合（視野異常フラグが無効である場合）、前記ステップ S 6 へ移行する。一方ステップ S 9 を Y E S に分岐する場合（視野異常フラグが有効である場合）、当該手術システムを “ 第二のモード ” に設定する（ステップ S 1 0 ）。

50

【0068】

このステップS10における処理は、詳細には次のような処理である。図5は、図3に示すフローチャートにおけるステップS10の処理（第二のモードへの設定処理）のサブルーチンのフローチャートを示す図である。すなわち、まず、画像処理回路800は、予め設定されている“第二のモードの設定”を読み込む（ステップS10-1）。

【0069】

そして、画像処理回路800は、前記ステップS10-1において読み込んだ第二のモードの設定に基づいて、当該時点においてONに設定されている視野異常フラグ（検出されている《異常検出パターン》）に対応付けされている《異常対応処理》を実行する（ステップS10-2）。その後、図3に示すフローチャートのステップS11へ移行する。

10

【0070】

そして、画像処理回路800は、“当該手術システムを終了するか否か”の判断をユーザに求める表示をディスプレイ900a, 900bを利用して行い、該表示に対するユーザの応答操作に基づいて、当該手術システムを終了するか否かを判断する（ステップS11）。

【0071】

ユーザにより当該手術システムの終了操作が行われた場合、ステップS11をYESに分岐し、画像処理回路800は、当該時点において設定されている状態の視野異常フラグを不揮発性メモリ等へ書き込み（ステップS12）、当該手術システムを終了させる。

【0072】

他方、ステップS11をNOに分岐する場合は（当該手術システムでの処理を続行する場合は）、当該時点においてONに設定されている《視野異常フラグ》のON状態を無効化処理する（ステップS13）。

20

具体的には、このステップS13における無効化処理の為に、例えばトグルスイッチを用いて有効/無効の切替えを行うように構成しても良いし、タイマ機能を用いて一定時間だけ《視野異常フラグ》のON状態を無効化するように構成してもよい。このステップS13における処理の後、前記ステップS3に移行する。

【0073】

以上説明したように、本一実施形態によれば、撮像系を具備する手術システムであって、撮像系により取得した画像が正常に表示されていない状態（異常状態）である場合に、適切に対処する処理を実行する手術システムを提供することができる。

30

従来より、手術システムにおいて撮像系に異常が発生した場合には、操作者等が当該撮像系の異常を認知してから、手動でスレーブマニピュレータの動作を停止させる等の処理を行っている。従って、撮像系に異常が発生してから実際に当該異常に対処するまでに、或る程度の時間が掛かってしまう（タイムラグが生じる）。しかしながら、本一実施形態に係る手術システムによれば、撮像系における異常（例えば内視鏡の故障等）が生じた場合に、そのことについての操作者の認知とは関係なく、速やかに異常対応処理が実行される。これにより、利便性が非常に向上する。

【0074】

なお、上述の例では、視野異常フラグのON/OFF設定を行った上で、第1のモードと第二のモードとの切り替えを行っているが、異常が検出された時点で直ちにモード切り替えを行っても勿論よい。

40

以上、一実施形態に基づいて本発明を説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形や応用が可能なことは勿論である。

【0075】

さらに、上記した実施形態には種々の段階の発明が含まれており、開示される複数の構成要件の適当な組合せにより種々の発明が抽出され得る。例えば、実施形態に示される全構成要件からいくつかの構成要件が削除されても、上述したような課題を解決でき、上述したような効果が得られる場合には、この構成要件が削除された構成も発明として抽出さ

50

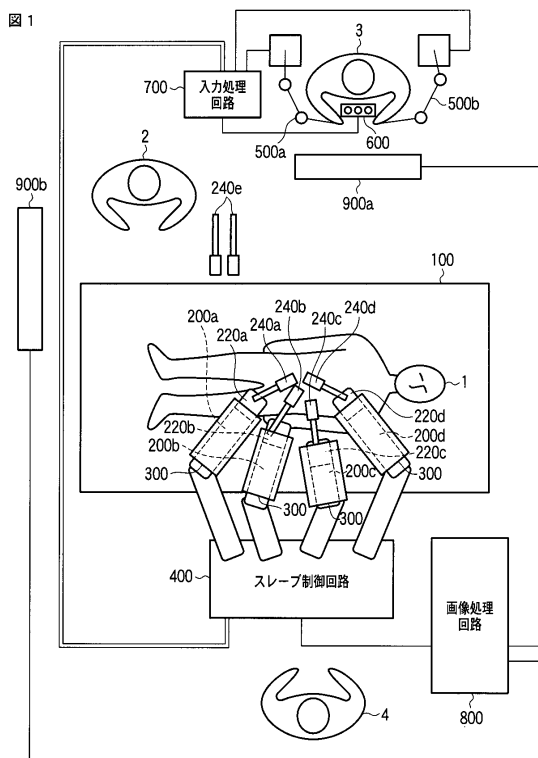
れ得る。

【符号の説明】

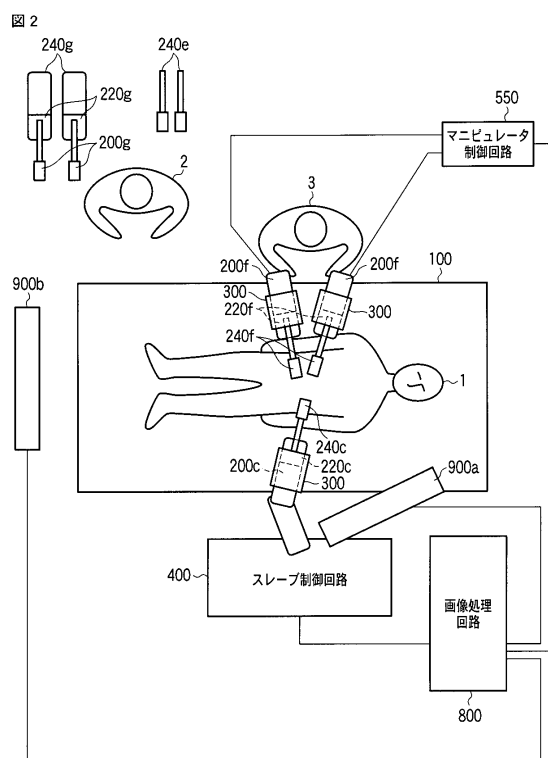
【0076】

100...手術台、200a~200d...スレーブアーム、200f,200g...ハンディアーム、220a~220d...手術用動力伝達アダプタ(アダプタ)、220f,220g...アダプタ、240a~240d...術具、240e...交換用術具、240f,240g...術具、300...ドレープ、400...スレーブ制御回路、500a,500b...マスターアーム、600...操作部、700...入力処理回路、800...画像処理回路、900a...操作者用ディスプレイ、900b...助手用ディスプレイ。

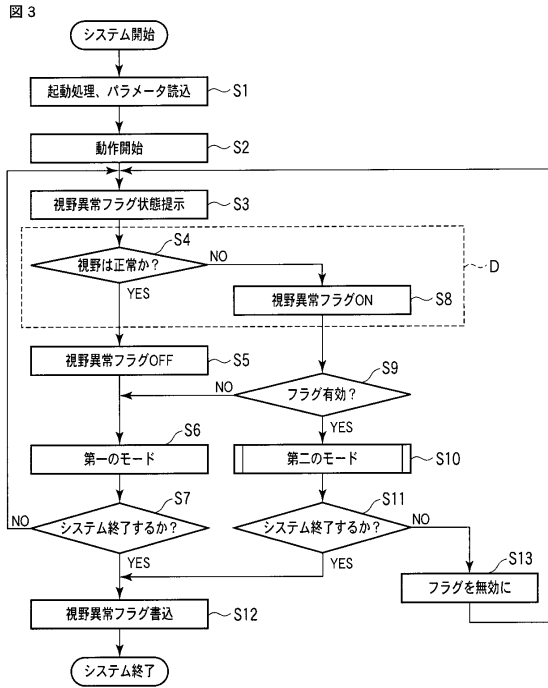
【図1】



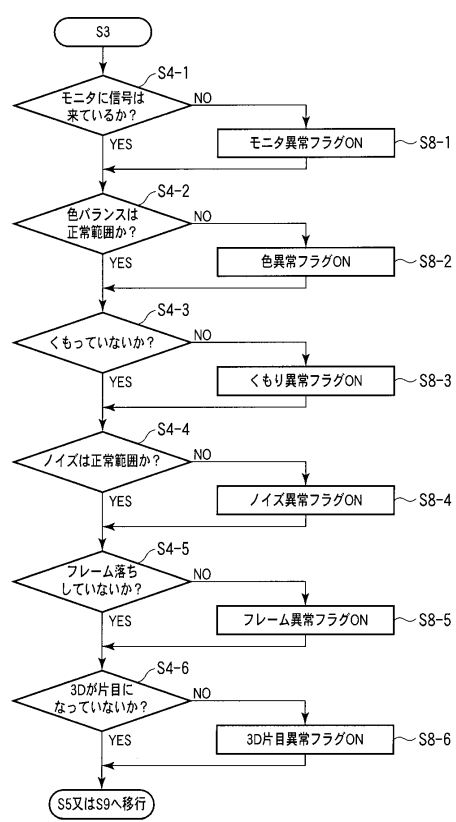
【図2】



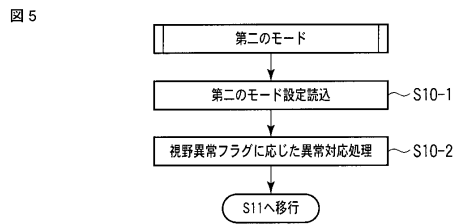
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100158805
弁理士 井関 守三
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (72)発明者 並木 啓能
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリパス株式会社内

審査官 寺澤 忠司

- (56)参考文献 特開2009-225851(JP,A)
特開2010-051633(JP,A)
特開2003-334164(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 19/00