

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3660887号
(P3660887)

(45) 発行日 平成17年6月15日(2005.6.15)

(24) 登録日 平成17年3月25日(2005.3.25)

(51) Int.C1.⁷

F 1

A 61 B 19/00
H 04 N 5/765
H 04 N 7/18A 61 B 19/00 502
H 04 N 7/18 Z
H 04 N 5/91 L

請求項の数 13 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2001-77536 (P2001-77536)
 (22) 出願日 平成13年3月19日 (2001.3.19)
 (65) 公開番号 特開2002-272758 (P2002-272758A)
 (43) 公開日 平成14年9月24日 (2002.9.24)
 審査請求日 平成13年3月19日 (2001.3.19)

(73) 特許権者 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 100068504
 弁理士 小川 勝男
 (74) 代理人 100086656
 弁理士 田中 恒助
 (74) 代理人 100094352
 弁理士 佐々木 孝
 (72) 発明者 西澤 幸司
 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社
 日立製作所 機械研究所内
 (72) 発明者 田島 不二夫
 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社
 日立製作所 機械研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】手術支援装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

患部を処置する術具あるいは患部を観察する観察手段の少なくとも一方を装備して操作者からの指示に応じて動作する遠隔動作手段と、

前記遠隔動作手段に操作者が動作を指示する操作入力手段と、

前記操作入力手段を操作する状況を観察する治療状況観察手段と、

前記操作入力手段に入力された動作指示を処理して前記遠隔動作手段を制御する制御手段と、

前記制御手段が動作を制御するときに用いる制御情報を記録する記録媒体を有する記録手段と、

前記記録媒体に記録された制御情報を再生する再生手段とを備え、

前記記録手段は、前記操作入力手段により入力された操作入力情報、前記治療状況観察手段により観察された治療状況情報、及び患者の生体情報を計測する生体情報計測手段により計測された生体情報を、時系列的に同期して前記記録媒体に記録する機能を有し、

前記制御手段は、前記記録手段に記録された前記操作入力情報に基づいて前記遠隔動作手段あるいは前記操作入力手段の少なくとも一方の動作を再現するように制御する機能を有し、

前記再生手段は、前記制御手段による動作の再現に同期して、前記記録手段に記録された前記治療状況情報及び前記生体情報を表示手段に表示して再現するように再生する機能を有する手術支援装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の手術支援装置において、前記記録手段に入力された複数種類の制御情報に、それぞれの情報の発生あるいは記録の瞬間を識別する情報間で統一された時系列情報を合わせて、前記記録手段で記録すると共に、前記記録した情報に基づいて、前記遠隔動作手段あるいは前記操作入力手段の少なくとも一方を前記時系列情報に従い動作させる手術支援装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 記載の手術支援装置において、前記記録手段に入力された制御情報に前記制御情報の内容を識別する識別情報を添付して前記記録手段で記録し、前記遠隔動作手段あるいは前記操作入力手段の少なくとも一方の動作を前記制御手段が前記記録情報に基づいて制御する際に前記識別情報を基に必要な情報を特定し、前記制御手段が所定の制御情報を読み込んで動作制御を行なう機能を有する手術支援装置。

10

【請求項 4】

請求項 2 または請求項 3 記載の手術支援装置において、患部の治療状況を観察する観察手段と、前記操作入力手段を操作する状況、あるいは患者の周囲の状況の少なくとも一方を撮影する治療状況観察手段と、それぞれの情報の発生あるいは記録の瞬間を識別する情報間で統一された時系列情報を、あるいは前記時系列情報に加えて記録する情報の内容を識別する識別情報を、前記観察手段と前記治療状況観察手段から得られる画像情報に合わせて記録する記録手段と、前記記録手段で記録した画像情報の内容を前記識別情報で識別し、所定の画像情報を再生する再生手段と、再生された情報を表示する表示手段とを有し、前記記録された制御情報を基に前記遠隔動作手段あるいは前記操作入力手段の少なくとも一方の動作を、前記時系列情報を基に制御すると同時に、前記表示手段へ前記画像情報を、前記記録した情報を合わせて記録されている時系列情報を基に、前記動作制御に同期させて再生表示する手術支援装置。

20

【請求項 5】

請求項 4 記載の手術支援装置において、患者の生体情報を計測する生体情報計測手段を備え、前記生体情報計測手段で計測し、前記計測された複数の情報の発生あるいは記録の瞬間を識別する情報間で統一された時系列情報を、あるいは前記時系列情報に加えて記録する情報の内容を識別する識別情報を、前記生体情報計測手段から得られる生体情報に合わせて記録する記録手段と、所定の生体情報を再生する再生手段と、再生された情報を表示する表示手段とを有し、前記記録された制御情報を基に前記遠隔動作手段あるいは前記操作入力手段の少なくとも一方の動作を前記時系列情報を基に制御すると同時に、さらには、前記画像情報を前記再生手段と前記表示手段を用いて再生表示すると同時に、前記表示手段へ前記生体情報を、前記記録した生体情報を合わせて記録されている時系列情報を基に、前記動作制御さらには前記画像情報再生に同期させて再生表示する手術支援装置。

30

【請求項 6】

請求項 2 ないし請求項 5 の何れかに記載の手術支援装置において、前記記録情報を基に、前記遠隔動作手段あるいは前記操作入力手段の少なくとも一方の動作の様子あるいは動作の推移を、映像あるいは描画を用いて表示手段へ表示する手術支援装置。

【請求項 7】

40

患部を処置する術具及び患部を観察する観察手段を装備して操作者からの指示に応じて動作する遠隔動作手段と、

前記遠隔動作手段に操作者が動作を指示する操作入力手段と、

前記操作入力手段を操作する状況あるいは患者の周囲の状況の少なくとも一方を観察する治療状況観察手段と、

前記操作入力手段に入力された動作指示を処理して前記遠隔動作手段を制御する制御手段と、

前記制御手段が動作を制御するときに用いる制御情報を記録する記録媒体を有する記録手段と、

前記記録媒体に記録された制御情報を再生する再生手段とを備え、

50

前記記録手段は、前記操作入力手段により入力された操作入力情報、前記治療状況観察手段により観察された治療状況情報、前記観察手段により観察された患部情報、及び患者の生体情報を計測する生体情報計測手段により計測された生体情報を、時系列的に同期して前記記録媒体に記録する機能を有し、

前記制御手段は、前記記録手段に記録された前記操作入力情報に基づいて前記遠隔動作手段あるいは前記操作入力手段の少なくとも一方の動作を再現するように制御する機能を有し、

前記再生手段は、前記制御手段による動作の再現に同期して、前記記録手段に記録された前記治療状況情報、前記患部情報及び前記生体情報を表示手段に表示して再現するよう10に再生する機能を有する手術支援装置。

【請求項 8】

請求項 2 ないし請求項 7 の何れかに記載の手術支援装置において、前記制御情報あるいは前記画像情報あるいは前記生体情報のうち少なくとも一つを記録する前記記録手段に前記記録する情報を暗号化する改竄防止手段を設け、前記暗号化された情報を復号化する再生手段を有し、前記再生手段で復号化された情報を基に、前記遠隔動作手段あるいは前記操作入力手段の少なくとも一方の動作を前記時系列情報を基に制御する、あるいは、前記画像情報を前記時系列情報を基に再生表示する、あるいは、前記生体情報を前記時系列情報を基に再生表示する手術支援装置。

【請求項 9】

請求項 8 記載の手術支援装置における前記改竄防止手段において、暗号化専用鍵を用いて暗号化し、暗号化された情報を復号化専用鍵を用いて復号化する暗号化及び復号化手段を有し、前記記録手段が暗号化専用鍵を有し、前記再生手段が復号化専用鍵を有する手術支援装置。20

【請求項 10】

請求項 8 または請求項 9 に記載の手術支援装置において、前記改竄防止手段の暗号化専用鍵あるいは前記復号化専用鍵が、着脱可能な暗号化許可手段あるいは復号化許可手段である手術支援装置。

【請求項 11】

請求項 2 ないし請求項 10 の何れかに記載の手術支援装置において、送受信手段を設け、前記送受信手段は別の送受信手段と通信可能に接続されており、前記別の送受信手段は、前記送受信手段から受信した情報を記録可能な別の記録手段、あるいは前記受信した情報を再生処理可能な別の再生手段、あるいは前記別の再生手段を介して、前記受信した情報を再生表示可能な別の表示手段もしくは前記受信した情報に基づいて別の操作入力手段あるいは別の遠隔動作手段を制御可能な別の制御手段、のうち少なくとも一つと接続されていることを特徴とする手術支援装置。30

【請求項 12】

請求項 2 ないし請求項 11 の何れかに記載の手術支援装置において、前記遠隔動作手段に有する識別子と、所定の一点を原点とした空間における前記識別子の座標を計測可能な位置計測装置と、前記術具あるいは前記観察手段を扱う操作者の位置姿勢を計測するデータ収集手段とを有し、前記記録手段で、位置計測装置あるいはデータ収集手段の少なくとも一方から出力される情報を前記制御情報あるいは前記画像情報あるいは前記生体情報と同様に前記時系列情報を添えて、あるいは前記時系列情報を加えて前記識別情報を添えて記録し、前記再生手段で前記記録された情報を読み込み、表示手段を用いて前記位置計測装置の出力あるいはデータ収集手段の出力を、前記遠隔動作手段あるいは、操作者の手の実写映像あるいは形状を表した図形、あるいは前記出力の推移や変化量を示す図形を用いて表示する手術支援装置。40

【請求項 13】

患部を治療可能な術具あるいは患部を観察可能な観察手段と、

前記術具あるいは前記観察手段に有する識別子と、

所定の一点を原点とした空間における前記識別子の座標を計測可能な位置計測装置と、

50

前記術具あるいは前記観察手段を扱う操作者の位置姿勢を計測するデータ収集手段と、前記位置計測装置から出力される位置計測情報、患者の生体情報を計測する生体情報計測手段から出力される生体情報、及び前記データ収集手段から出力される位置姿勢情報を記録する記録手段と、

前記記録手段で記録された情報を読み出して表示手段へ出力する再生手段と、

前記記録手段は、記録する前記位置計測情報、前記生体情報、及び前記位置姿勢情報の時系列的な相対関係を把握するための時系列情報を前記記録する情報に添付して記録媒体へ記録する機能を有し、

前記再生手段は、前記記録手段で前記記録情報に添付して記録したそれぞれの情報の時系列情報を基に、前記位置計測情報、前記生体情報、及び前記位置姿勢情報を再生する時刻を調整して画面表示を更新する機能を有する手術支援装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、手術支援装置に係り、特に記録手段を備えた手術支援装置に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、どのような手術が行なわれたかを術後に把握するには内視鏡や手術用顕微鏡の記録映像や執刀医をはじめとする医療スタッフの記憶などが頼りとなる。

【0003】

さらに、内視鏡画像だけでなく、患者の年齢や性別や、内視鏡検査を行なった開始時刻、終了時刻などを記録する画像ファイリング装置も使用されるようになってきている。

【0004】

特開2000-33072号公報では、画像ファイリング装置が有する情報を内視鏡装置で得られるようにし、また、内視鏡装置で発生する情報を画像ファイリング装置で得られるようにした内視鏡画像ファイリングシステムについて開示されている。

【0005】

一方、術具や内視鏡などの観察器具とそれを操作する外科医との間にコンピュータ制御を介在させ、遠隔操作を可能にする装置についてさまざまな開発がなされ、多くの特許が公開されている。例えば、特開昭61-76126号公報では、操作部に設けた操作版によって与えられる目標値と湾曲部を湾曲させるワイヤを巻き取るモータの回転位置を検出するポテンショメータの検出値とを一致させるように演算処理ユニットで上記モータを制御する内視鏡のアングル操作装置が開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

従来の技術では、内視鏡などのカメラ映像による手術記録の場合、映像に映し出されているのは一部のみであり、映像の視野の範囲外など、画面で確認できない部位について把握することは考慮されていない。そのため、視野の外で術具が組織と接触していたり、臓器を圧迫していたりするような動きなどについては把握することは困難であり、術者の手元がどのように術具を扱っているかを確認することも同様に困難である。画面で確認できない範囲については、状況の把握や術具挙動の分析あるいは、第三者への説明などは、想像に頼らざるを得ない。

【0007】

また、従来の技術は、治療行為で人体に生じる症状に関して、因果関係を明確にすることについて考慮されていない。つまり、誰がどのように操作した結果、記録されている映像のような術具操作がなされたのか、あるいは、術具がどのような動作をした結果、臓器に対してどのような治療行為がなされたのかなどを、術後に把握することは困難である。

【0008】

執刀医以外にも、複数の助手が治療のサポートをしている場合、画像のみからでは、どの

10

20

30

40

50

術具を誰が操作しているのかを把握するのが困難である。途中で、執刀医や助手が交代した場合など、どの時点から交代したかを内視鏡や顕微鏡の記録映像から読み取ることは難しい。

【0009】

制御手段を利用して医用器具を遠隔操作する装置を用いる場合、従来の技術は、外科医や患者などが遠隔操作による治療状況を術後に把握するための記録を残すことについて考慮されていない。このため、装置の運用の様子、装置の操作状況、動作の状況など、を術後に把握することが難しい。

【0010】

操作者による操作と、実際に生じた動作との因果関係を明確にすることについて考慮されていない。したがって、実際に生じた動作が、操作者の指示に正確に従った結果なのか、操作指示と異なる動作が発生した結果なのかを明確に識別することが難しい。あるいは、操作者の指示と、実際に動作する術具の動きとの間のずれがどのくらいあるのかなども明確に把握することが難しい。

10

【0011】

制御手段を利用して医用器具を遠隔操作する装置を用いる場合、症例に対する装置の運用方法など、どのように操作すべきかを十分検討することが求められるが、従来技術では、運用経験の浅い術者は治療中に試行錯誤し、治療時間が伸びたり、うまい運用ができていなかつたりすることに対して十分考慮されているとは言い難い。運用記録を装置毎に記録しても十分な利用ができない。

20

【0012】

同じ手術に関する複数の映像や患者の生体情報などをそれぞれの記録媒体に記録した場合、それぞれの記録媒体に記録された情報間の時間的相互関係を把握することまで考慮されていない。つまり、複数の記録の一つにある現象が確認された場合、その現象が発生した瞬間の他の記録情報を他の記録媒体から見つけ出し、その現象が発生した瞬間の状況を正確に把握することは、容易ではない。このため、記録間の因果関係や、ある現象に関する原因と結果の把握や、ある現象の発生とそれに伴う症状および発生を知らせる兆候の確認など、複数の記録間の相互関係、記録された現象の発生瞬間の多角的な観察や判断を行なうことが難しい。

【0013】

30

同じ手術に関する複数の映像記録を閲覧する時、それぞれの記録を同期して再生すること自体が難しいばかりでなく、観察者は注意を向ける映像を視覚的に往復させながら閲覧することになり、映像の同期性をとりながら観察することが難しく、観察者は疲労する。よって、視力や注意力の低下が起こり、刺激に対する反応時間の遅れなども生じ、長時間の映像を正確に分析することが困難である。

【0014】

手術の記録を保存した媒体を紛失したり、記録自体や記録媒体の破損あるいは、記録を複製、編集などが発生すると、個人情報の漏洩やプライバシーが侵害されたり、あるいは、記録自体の信頼性、信憑性、正確さ、などが低下してしまう。プライバシー保護や情報技術の確立が社会的に求められており、手術を支援する機器においてもこれらに対する十分な対策が求められているが、従来技術はこれらについて、十分考慮されているとは言い難い。さらには、これらの病気の症状や治療の状況などを含む個人情報をネットワークを介して送受信する場合、送受信途中で情報が漏洩する危険性が増大する。

40

【0015】

記録されている情報の信頼性、正確さ、信憑性が損なわれていると、それを基に運用状況や治療動作などを分析しても、その分結果に対して十分な信頼性、正確さ、信憑性は得られない。

以上のように、従来の技術にはさまざまな課題があり、本発明は、これらの課題のうち少なくとも一つを解決するためになされたものである。

【0016】

50

【課題を解決するための手段】

本発明は、患部を処置する術具あるいは患部を観察する観察手段の少なくとも一方を装備して操作者からの指示に応じて動作する遠隔動作手段と、前記遠隔動作手段に操作者が動作を指示する操作入力手段と、前記操作入力手段を操作する状況を観察する治療状況観察手段と、前記操作入力手段に入力された動作指示を処理して前記遠隔動作手段を制御する制御手段と、前記制御手段が動作を制御するときに用いる制御情報を記録する記録媒体を有する記録手段と、前記記録媒体に記録された制御情報を再生する再生手段とを備え、前記記録手段は、前記操作入力手段により入力された操作入力情報、前記治療状況観察手段により観察された治療状況情報、及び患者の生体情報を計測する生体情報計測手段により計測された生体情報を、時系列的に同期して前記記録媒体に記録する機能を有し、前記制御手段は、前記記録手段に記録された前記操作入力情報に基づいて前記遠隔動作手段あるいは前記操作入力手段の少なくとも一方の動作を再現するように制御する機能を有し、前記再生手段は、前記制御手段による動作の再現に同期して、前記記録手段に記録された前記治療状況情報及び前記生体情報を表示手段に表示して再現するように再生する機能を有する手術支援装置としたものである。

【0017】

また、本発明は、患部を処置する術具及び患部を観察する観察手段を装備して操作者からの指示に応じて動作する遠隔動作手段と、前記遠隔動作手段に操作者が動作を指示する操作入力手段と、前記操作入力手段を操作する状況あるいは患者の周囲の状況の少なくとも一方を観察する治療状況観察手段と、前記操作入力手段に入力された動作指示を処理して前記遠隔動作手段を制御する制御手段と、前記制御手段が動作を制御するときに用いる制御情報を記録する記録媒体を有する記録手段と、前記記録媒体に記録された制御情報を再生する再生手段とを備え、前記記録手段は、前記操作入力手段により入力された操作入力情報、前記治療状況観察手段により観察された治療状況情報、前記観察手段により観察された患部情報を、及び患者の生体情報を計測する生体情報計測手段により計測された生体情報を、時系列的に同期して前記記録媒体に記録する機能を有し、前記制御手段は、前記記録手段に記録された前記操作入力情報に基づいて前記遠隔動作手段あるいは前記操作入力手段の少なくとも一方の動作を再現するように制御する機能を有し、前記再生手段は、前記制御手段による動作の再現に同期して、前記記録手段に記録された前記治療状況情報、前記患部情報を表示手段に表示して再現するように再生する機能を有する手術支援装置としたものである。

【0018】

また、本発明は、患部を治療可能な術具あるいは患部を観察可能な観察手段と、前記術具あるいは前記観察手段に有する識別子と、所定の一点を原点とした空間における前記識別子の座標を計測可能な位置計測装置と、前記術具あるいは前記観察手段を扱う操作者の位置姿勢を計測するデータ収集手段と、前記位置計測装置から出力される位置計測情報、患者の生体情報を計測する生体情報計測手段から出力される生体情報、及び前記データ収集手段から出力される位置姿勢情報を記録する記録手段と、前記記録手段で記録された情報を読み出して表示手段へ出力する再生手段とからなり、前記記録手段は、記録する前記位置計測情報、前記生体情報、及び前記位置姿勢情報の時系列的な相対関係を把握するための時系列情報を前記記録する情報に添付して記録媒体へ記録する機能を有し、前記再生手段は、前記記録手段で前記記録情報を添付して記録したそれぞれの情報の時系列情報を基に、前記位置計測情報、前記生体情報、及び前記位置姿勢情報を再生する時刻を調整して画面表示を更新する機能を有する手術支援装置としたものである。

【0019】

【発明の実施の形態】

図1は本発明の一実施形態に係る手術支援装置の構成図である。図2は図1に示した遠隔動作手段3の先端部24の構成を示している。図3は記録手段の構成を示している。図4は複数の記録手段の構成について示している。図5は記録した情報を表示する画面構成を示している。

【0020】

図1に示した実施形態の構成について説明する。

【0021】

操作者1による操作入力可能な操作入力手段2と、操作入力された指示により動作可能な遠隔動作手段3が制御手段19を介して、制御可能に接続する。制御手段19と、操作者1の操作状況を観察する治療状況観察手段7と、患部の様子を観察する観察手段5と、患者4の生体情報を計測する生体情報計測手段6はそれぞれ記録手段8aに、情報伝達可能に接続する。

【0022】

記録手段8aでは、入力された情報を所定の形式および状態へ処理する記録処理部9を通して記録媒体10aへ記録するよう構成する。

10

【0023】

記録手段8aは記録媒体10aを通して、再生手段11aへ情報送信可能に接続する。再生手段11aは表示手段12aおよび制御手段19との間に情報伝達可能に接続する。

【0024】

情報伝達はそれぞれの手段が装備する入出力部を、電気あるいは光(電磁波)を用いた信号経路で接続して行なわれる。

【0025】

上記構成の各要素および動作について説明する。

【0026】

20

遠隔動作手段3は、患者4の治療や観察を行なう部位の位置姿勢や、術具の機能を制御する部位であり、図1では、先端部24が保持具14を介して、先端部24の位置姿勢を動作制御可能であるように保持装置16に装備されている。保持装置16は、図示していないが、操作者1あるいは以下で述べる制御手段19の指示に従って動作制御可能に必要なアクチュエータおよびセンサを装備している。

【0027】

先端部24は、患部を処置可能な術具23a、23b(図2)の位置姿勢と開閉を制御可能な医用マニピュレータ22a、22b(図2)と、患部を観察可能な観察手段5のレンズ系21とが保持具14で動作自由に束ねられている。術具の位置姿勢および開閉の動作は、制御手段19あるいは操作者1からの動作指示に従い駆動部15(図1)を制御して実現される。図2では医用マニピュレータ22a、22bを2本装備している様子を図示しているが、操作者の判断により変更可能で、1本の場合もあれば、3本以上の場合もありうる。あるいは術具ではなく観察手段5のレンズ系21の位置姿勢のみを遠隔操作する場合もありうる。術具23a、23bは二つの可動把持部により構成される鉗子形状を図示しているが、術具の形状や種類はこの図に制限されるものではない。錫子、レーザメス、電気メス、吸引管、洗浄管、針、剥離子、剪刀、カテーテル、バルーンカテーテルなどさまざまな術具が術者である操作者1の判断により使用され得る。

30

【0028】

操作入力手段2は、操作者1が遠隔動作手段3への動作司令を指示するための入力装置の一つである操作レバー18と、操作入力手段2や遠隔動作手段3の動きをコントロールするためのパラメータの設定変更を行なったり、あるいは制御手段19での処理結果を操作者1へ伝えるなどの用途で用いられるユーザインタフェース17から成り立つ。ユーザインタフェース17は、詳細は図示していないが、操作者1が設定を入力するための電気的、光学的あるいは機械的入力手段であるボタン、スイッチ、センサ、あるいは音声入力手段であるマイクなどを用いた入力部と、文字や絵柄、映像などを表示する手段としてのモニタ、音声出力手段としてのスピーカ、などを備えることが好ましい。図1の操作レバー18は操作入力を検出する手段として力覚センサ(図示していない)を有しており、力覚センサで検出した操作者1の操作入力を基にアクチュエータを駆動して操作レバー18の姿勢を制御する。操作レバー18は通常の治療では操作者の入力に従い姿勢制御されるが、制御手段19からの動作司令により姿勢を変えることも可能である。操作レバー18以

40

50

外の操作入力手段 2 としては、ボタンやスイッチによる電気的あるいは光学的な信号を提供する装置や、あるいは、位置や速度や加速度などを計測するジャイロなどのセンサや、あるいは視線の位置や身体動作などを計測する視線検出器やデータグローブなどのセンサの出力信号を提供する装置や、音声による動作指示を信号として提供する装置などでも良い。この場合、操作入力手段 2 にはアクチュエータを持たない装置もありうる。

制御手段 19 は、操作者 1 から入力された動作指示と、ユーザインタフェース 17 から指示された設定に従い、操作入力手段 2 と遠隔動作手段 3 の少なくとも一方の動作を制御する。あるいは、操作者 1 から入力された動作指示の代わりに、再生手段 11a から出力されたあるいは、再生手段 11a から読み込んだ情報に従って操作入力手段 2 と遠隔動作手段 3 の少なくとも一方を動作制御する。操作入力手段 2 と遠隔動作手段 3 の両方を一つの制御手段 19 で制御する構成と同様に、操作入力手段 2 と遠隔動作手段 3 のそれぞれが制御手段 19 を持ち、制御手段 19 同士を送受信手段で接続する構成も当然可能である。

記録手段 8a は入力される情報を記録するための状態へ変換処理する記録処理部 9 と、記録処理部 9 からの出力を記録する記録媒体 10a からなる。記録媒体 10a は、磁気や光あるいは電気などを用いて記録する既存技術による方式が容易に利用可能である。記録媒体 10a は記録手段 8a に対して固定されても、脱着可能でもかまわない。記録手段 8a と再生手段 11a は固定装備された記録媒体 10a へアクセス可能であるようにあらかじめ構成しても良いし、脱着可能な記録媒体 10a を複数の手段で読み書き可能なように、記録手段 8a と再生手段 11a とに、同一仕様の記録媒体脱着手段および記録媒体読み書き手段を設けても良い。

20

【0029】

記録手段 8a は、治療中に動作した機器からの出力であり、医療機器の動作および治療の状況を示す情報（以後これを治療情報 41 と呼ぶ）を治療動作中に記録する。治療情報 41 とは例えば、治療状況観察手段 7 から送信される操作の状況や治療の状況を示す映像や、制御手段 19 から送信される操作入力手段 2 や遠隔動作手段 3 のセンサ出力あるいはセンサ出力から算出される制御量、および操作者 1 がユーザインタフェース 17 に入力した情報あるいは制御パラメータの情報、制御手段 19 から各アクチュエータやセンサへ出力する電圧あるいはパルスからなる制御出力信号 75、そして、観察手段 5 から入力される患部付近の映像、生体情報計測手段 6 から送信される患者の生体情報などである。治療情報 41 の一つとして制御手段 19 から記録手段へ入力される情報を制御情報 40 と呼ぶ。この制御情報 40 は操作入力手段 2 と遠隔動作手段 3 の少なくとも一方の動作を再現するために必要十分な制御変数やセンサ情報を意味する。

【0030】

記録処理部 9 は図 3 の (A) に示すように、起点となる時刻からの時系列データを発信するタイムコード発信部 42 とタイムコード発信部 42 から得たタイムコード 38 を治療情報 41 に追加する治療情報整形部 43 からなる。記録情報整形部 43 では、必要に応じ、治療情報 41 を再生手段 11a で利用しやすいように、データの整列、結合、分割、圧縮、必要データの選択、データの種類識別情報の添付などの処理のうち幾つかを実行する。

【0031】

情報間で統一された時系列情報であるタイムコード 38 とは、制御開始などの起点となる時刻からの経過時間を示すもので、例えば、絶対時刻、あるいは絶対時刻による起点時刻からの差分データからなる文字列や、起点時刻から所定の間隔で周期的に発生する制御手段内部のカウンタや制御ループの発生回数などを意味し、各装置の情報を記録する際に同時に記録される統一された情報である。

【0032】

記録媒体 10a に保存する記録情報 39、39a、39b の例を図 9、図 10 に示す。図 9 は各種情報をタイムコード順に整理して記録する時の記録情報の例を示す。記録情報 39 には、日時、患者、執刀医、麻酔医、助手、などの氏名、症状、治療計画、などをまとめた患者データ 64 と、治療に使用した機器、例えば遠隔動作手段 3 や操作入力手段 2 などのシリアル番号などの使用した装置を特定する装置データ 65 とを記したファイルヘッ

10

20

30

40

50

ダ 3 7 を所定の記録領域の先頭に記録し、次に、制御情報 4 0 、生体情報、画像情報などからなる治療情報 4 1 がタイムコード 3 8 と共に記録される。ファイルヘッダ 3 7 は運用開始時に記録され、それ以外は治療中に情報が入力されるごとに連続的に記録されづける。

【 0 0 3 3 】

治療情報 4 1 ごとにタイムコード 3 8 を付ける方法で記録しても良いが、複数の治療情報 4 1 を一つのタイムコード 3 8 に続けて記録する方法でも、所定の順番や所定の相対アドレスなど記録位置を指定するルールを定めて連続的に記録することで、記録するためのルールに従い知りたい情報の位置を容易に特定できる。また、各情報を得るサンプリングのタイミングが、それぞれの装置で異なり、かつ更新されたデータのみを記録する場合、一つのタイムコード 3 8 に対して記録される情報の数が、タイムコード 3 8 毎に異なることになる。この場合は複数の治療情報 4 1 一つ一つの情報にそれぞれの情報の種類や内容を特定するデータヘッダ 6 7 を付けて記録する。これにより、所定の数の情報が所定の位置に記録されていなくても、データヘッダ 6 7 を参照することで、必要なデータを特定することができる。データを特定するとは、例えば、操作入力手段 2 に装備されたある一つのセンサの出力や、患者の脈拍など、情報一つ一つを区別して内容を認識することを意味する。

【 0 0 3 4 】

治療情報 4 1 を図 9 のようにタイムコード 3 8 順に記録する例のほかに、図 1 0 のように、データ形式（音声情報、文字列情報、数列情報、画像情報、などでの分類）やデータを出力した機器あるいはデータの内容（制御情報 4 0 、生体情報、画像情報などの分類）などのデータの種類別に、あるいは、情報を得るサンプリングのタイミング別に複数の記録情報 3 9 a 、 3 9 b に分類して、それぞれタイムコード 3 8 順に記録したファイル群を作成し、このファイル群の構成をファイルヘッダ 3 7 に記載して管理する手法も有効である。図 1 0 では A と B の二つのみ例示しているが、二つ以上に分割して記録することも当然可能である。このとき、分類して保存された記録情報の一つにおいて一つのタイムコード 3 8 と合わせて記録されるデータの数は、一つの場合もあれば、複数の場合もある。また、ファイルヘッダ 3 7 には、患者データ 6 4 や使用した医用機器を識別する装置データ 6 5 などのほかに、記録手段 8 で記録するすべての情報がどのようなファイル構成で記録されているかを示すファイル群の構成データ 6 6 、記録情報ごとに設けられるファイルヘッダ 3 7 が管理するデータ内容を特定するための一つあるいは複数のデータヘッダ 6 7 および、動作を再現するあるいは治療状況を再現する際に同時に利用する情報のデータヘッダ 6 7 をまとめたリンクデータ 6 8 、などを記録する。

【 0 0 3 5 】

記録手段 8 a は一つだけでなく、入力する情報に合わせて複数の記録手段を用いる構成でも良い。この場合、図 4 に示すように、統一されたタイムコード 3 8 をタイムコード発信部 4 2 から各記録手段（ 8 c 、 8 d 、 8 e ）へ配信し、各記録手段（ 8 c 、 8 d 、 8 e ）ではこのタイムコード 3 8 と治療情報 4 1 とを添えて記録する。また、それぞれの記録手段（ 8 c 、 8 d 、 8 e ）にそれぞれタイムコード発信部 4 2 を設けても良い。タイムコード 3 8 が治療開始からの経過時間を基にしている場合は、ここにタイムコード発信部 4 2 の絶対時刻にずれがあっても問題ないが、使用開始時にネットワークなどを介してこれら複数のタイムコード発信部 4 2 を同期させる構成とすることで、絶対時刻を基にしたタイムコード 3 8 でもそれぞれの治療情報 4 1 の再生を同期させることが可能となる。

【 0 0 3 6 】

再生手段 1 1 a は記録媒体 1 0 a に記録された情報を読み込み、記録処理部 9 で圧縮等の処理が施された情報を、制御手段 1 9 や表示手段 1 2 a で利用可能な状態へ復元させ、表示手段 1 2 a あるいは制御手段 1 9 へ出力する。

操作入力手段 2 と遠隔動作手段 3 の動作の流れについて図 6 から図 8 を用いて説明する。

【 0 0 3 7 】

図 6 は通常の治療操作で行なわれる動作とデータの流れを示し、図 7 は治療中に記録した

10

20

30

40

50

制御情報 4 0 に基づいて操作入力手段 2 や遠隔動作手段 3 を制御する動作とデータの流れを示している。図 8 は図 7 において示されるデータ更新管理ルーチン 3 6 の制御の流れを示している。

【 0 0 3 8 】

通常、操作者 1 の操作入力による指示で遠隔動作手段 3 を操作する時は、図 6 に示すような流れを周期的に実施することで動作制御する。

【 0 0 3 9 】

まず操作者 1 が操作入力 (2 5) を行なうと、操作入力の検出 (2 6) と、操作入力手段 2 である操作レバー 1 8 および遠隔動作手段 3 の位置姿勢の検出 (2 9) を行ない、検出した操作入力情報と位置姿勢情報と、動作モードなどの制御の方法や動作内容を指示する制御パラメータに基づいて操作入力手段 2 の制御量 3 4 つまり、操作レバー 1 8 の動作方向と動作量を計算する (2 7) 。算出された制御量 3 4 に基づいて操作レバー 1 8 が制御され (2 8) 、制御対象へ電圧やパルスなどの制御信号が送られる。この結果、操作レバー 1 8 の位置姿勢が制御される。位置姿勢の検出ルーチン 2 9 により検出された情報と制御パラメータ管理ルーチン 3 2 で管理している制御パラメータの情報に基づいて遠隔動作手段 3 の制御量 3 4 を算出し (3 0) 、この算出結果に基づいて遠隔動作手段 3 を制御 (3 1) して治療行為を実現する。

【 0 0 4 0 】

このような制御と同時に、周期的に操作入力検出ルーチン 2 6 で検出される操作入力データ 3 3 (図 7 参照) や位置姿勢検出ルーチン 2 9 で検出される位置姿勢データ 4 5 、や制御量計算ルーチン 2 7 、 3 0 で検出される制御量データ 3 4 、操作者 1 がインタフェース 1 7 を通して設定したり、制御状況によって変更される制御パラメータデータ 3 5 、制御手段 1 9 から各アクチュエータやセンサなどに出力したパルスや電圧などの制御出力信号 7 5 などを記録手段 8 a に送信し、記録媒体 1 0 a に記録する。記録手段 8 a は制御手段 1 9 や再生手段 1 1 a と同一装置内に構成されているても、遠隔に設置されているてもかまわない。遠隔に設けられた記録媒体へ情報を送信し、記録する構成なども当然可能である。記録媒体 1 0 a は記録手段 8 a に固定装備されているものでも、脱着可能なものでも良い。記録媒体 1 0 a への記録は、磁気や電気あるいは光を用いて行なう方式で実現することができる。

【 0 0 4 1 】

次に、図 7 を用いて、記録された制御情報 4 0 に基づいて制御する動作とデータの流れを説明する。

【 0 0 4 2 】

図 6 の制御では検出データや計算結果に基づいて制御に利用する情報の算出や信号の出力を行なっていたところを、図 7 の制御では記録した情報に基づいて制御に利用する情報の算出や信号の出力を行なう。このような記録に基づいて行なう動作制御を動作の再現と呼ぶ。動作の再現は例えば次のように行われる。

【 0 0 4 3 】

記録手段 8 a では、治療情報 4 1 の一つとして、制御情報 4 0 である操作入力データ 3 3 、操作レバー 1 8 と遠隔動作手段 3 の位置姿勢データ 4 5 や制御量データ 3 4 、制御パラメータデータ 3 5 、制御出力信号 7 5 などを記録している。

【 0 0 4 4 】

操作者 1 の操作入力によって生じる操作力の代わりに、記録情報の一つである操作入力データ 3 3 と制御パラメータデータ 3 5 を再生手段 1 1 a で読み出し、データ更新管理ルーチン 3 6 が所定のタイミングで操作入力データ 3 3 を書き換え、更新された操作力データ 3 3 があたかも操作者 1 によって操作入力された情報であるように、操作入力手段制御量計算ルーチン 2 7 で操作レバー 1 8 の制御量を計算し、位置姿勢を制御する (2 8) と、操作者 1 の操作を擬似的に作り出し、治療の操作を再現することができる。

【 0 0 4 5 】

あるいは、操作入力手段 2 の位置姿勢データ 4 5 と制御パラメータデータ 3 5 を再生手段

10

20

30

40

50

11aで読み出し、データ更新管理ルーチン36が所定のタイミングで位置姿勢データ45と制御パラメータデータ35を書き換え、更新された位置姿勢データ45を制御目標として、制御パラメータデータを参考にしながら操作入力手段制御量計算ルーチン27で操作レバー18の制御量を計算して位置姿勢を制御する(28)。これで、治療中の動作を再現することができる。

【0046】

あるいは、操作レバー18の制御量データ34と制御パラメータデータ35を再生手段11aで読み出し、データ更新管理ルーチン36で参照するデータを再生手段11aで読み出したデータに所定のタイミングで書き換え、このデータに従い操作レバー18の位置姿勢を制御し(28)、制御出力信号75を制御対象へ送信することも可能である。この場合、入力された力と制御量との関係を再現することは省略している。 10

【0047】

あるいは、制御出力信号75を読み出し、データ更新管理ルーチン36で所定のタイミングを計りデータの上書きを行ない、更新されているデータに従い、制御手段19からアクチュエータやセンサに電圧やパルスを出力する。これにより、操作レバー18や遠隔動作手段3を直接、記録した信号に基づいて制御し動作の再現を行なうことが可能となる。この場合、入力された力などの情報は省略される。

【0048】

操作入力手段2の動作の再現と同時に遠隔動作手段3も記録情報を基に動作の再現を行なうことも可能である。 20

【0049】

さらに、例えば、操作入力手段2の動きは省略して、遠隔動作手段3の制御量データ34と制御パラメータデータ35を再生手段11aで読み出し、これを基にデータ更新管理ルーチン36で参照するデータを所定のタイミングで書き換えて、遠隔動作手段3の制御量を決定し(30)、遠隔動作手段3の位置姿勢を制御する(31)ことが可能である。操作入力手段2がアクチュエータを備えていない場合はこれと同様になる。

【0050】

操作入力手段2や遠隔動作手段3のどちらかのみ動作再現するか、両方を同期させて動作再現するかは使用者の要望や目的に応じて選択すれば良い。操作入力手段2の動作を再現し、この再現した動作にしたがって遠隔動作手段3の動作も治療中と同様の制御で再現しても良い。また、操作入力データ33、位置姿勢データ45、制御量データ34、制御パラメータデータ35および制御出力信号75など、それぞれの制御情報40の間には、装置の制御に用いる制御則に従って算出可能な関係が存在する。これらの制御情報40を基に制御中の計算などを検算し、所定の制御信号が output されていたかどうかを確認することも可能となる。これは、装置の制御が正常に機能していたことを確認する有効な手段となる。 30

【0051】

データ更新管理ルーチン36で行なわれる制御フローについて図8を用いて説明する。この制御フローは制御ループ毎および動作の再現に必要な情報すべてを対象に実施される。まず、再生手段11aから必要とする制御情報40を読み込む(56)。次に、読み込んだ制御情報40と同時に記録されているデータのタイムコード38を読み込み、これを動作開始からの経過時間などのタイムコードと制御手段19で計測するタイムとをキャリブレーションするために、動作開始からの経過時間を意味する変数に変換する。これをtime1(57)とする。次に制御装置で計測しているタイムを読み込み、time1と同様に動作開始からの経過時刻を意味する変数に変換し、これを変数time2(58)とする。time1とtime2を比較して、time1がtime2以上となっている時に、制御手段が制御に用いるデータを更新する(60)。time1がtime2より小さい時は、データの更新をせずに、終了し、次の制御ループで再び図8を繰り返す。 40

【0052】

動作の再現に制御出力信号75を用いる場合は、データの更新(60)において、更新さ 50

れたデータに従い電圧やパルスを所定の出力先に出力することになる。

【0053】

制御情報40の読み込み先は、再生手段11a内部で処理し利用可能な状態で一時記憶しているメモリなどの記憶領域である場合の他に、再生手段11aからまとめて取り込んだ情報を一時記憶している制御手段19内のメモリの場合もある。これらの読み込み先のメモリが同一の物となるように装置を構成することもできる。

【0054】

記録情報39が幾つかのファイル群に分類されて保存されている場合は、ファイルヘッダ37の情報から目的のファイルを検索できる。なお、目的のファイル名をあらかじめ決めておくことにより、ファイル名から検索することができる。所定の位置に治療情報41が保存されている場合は、タイムコード38から所定の長さのアドレス分を移動させて情報を読み取る。また、治療情報41の順番や位置が不確定であっても、データの内容を示すデータヘッダ67を参考にして目的の情報を読み出すことができる。タイムコード38の読み込みとデータ内容の読み込みとはそれぞれ前後しても問題ないし、タイムコード38とデータを一体として記録している場合は、読み込み後にタイムコード38とデータの分離をする。操作入力手段2や遠隔動作手段3の動作を再現するためのデータの数は少なくともそれぞれの装置において自由度の数以上存在する。記録情報の再現に必要な情報すべてにおいて、データの読み込みとデータ更新を行なう。更新したデータについては、常に新しいデータを記録媒体10aあるいは再生手段11aあるいは、再生手段11aから読み込んだデータファイルのメモリから次に更新すべきデータを読み込んでおき、いつでもデータ更新可能なようにタイムコード38の比較を待機する。

【0055】

以上のような構成により以下のようないい効果を得ることが可能となる。

【0056】

治療中の動作を記録した記録情報39を基に、遠隔操作手段3あるいは操作入力手段2の少なくとも一方の動作を制御手段19により制御する機能を有しているので、遠隔操作手段3あるいは操作入力手段2の操作中の動作を再現することができる。また、治療中の動作を記録した記録情報39を基に、記録情報39内の治療情報41に添えて記録したタイムコード38を参照して同期をとった治療情報の再現が可能となる。

【0057】

術中に行なわれた治療動作を術後に再現することが可能となることから、どのような操作を行なったか、あるいは術具がどのような動きをしたかなど、操作内容や治療動作の確認、分析、治療状況の把握が術後に容易に行なえるようになる。

【0058】

実際の装置を用いた動作再現が可能したことから、内視鏡映像に記録された視野内にとらわれず、画面では確認できない範囲での術具の挙動を実際に行なう動きで確認可能となる。さらには、複数の観察者が同時に実際の動きをさまざまな角度から視覚的に確認できるようになり、術後の治療内容の検討、把握、分析、説明がより具体的かつより効果的に行なえるようになる。

【0059】

記録された情報を基に動作の再現を行なうので、使用者の要望に応じてある一定の範囲の情報を基に繰り返し動作させることも可能となり、動作を観察する人の要望に応じて、重要な動作を効率よく観察、分析、把握、説明など行なえるようになる。

【0060】

脱着できる記録媒体10aを介在させて記録情報の移動が可能なことから、実際に使用した操作入力手段2や遠隔動作手段3が滅菌などの処理のために使用できない場合でも、同じ仕様の装置を用いて、動作の再現が可能となる。

【0061】

コンピュータグラフィックスなどで製作した操作入力手段2と遠隔動作手段3のモデルを、再生手段11aで再生した実際の治療情報41を基に同期させて動作の再現を行なうこ

10

20

30

40

50

とも可能となる。

【0062】

操作入力手段2や遠隔動作手段3がそれぞれ独立に制御手段19をもつ場合でも、記録手段8aで統一したタイムコード38を添えて制御情報40を記録するので、それぞれの制御手段19の間で時刻設定などにずれがあったとしても、記録する情報は、制御手段19の設定などの影響を受けること無く、実際に発生した動作のタイミングを正確に記録することが可能である。また、動作の再現においても、制御開始からの経過時刻を基に動作のタイミングをとることで、複数の制御手段が存在しても、時間的同期を取った再現が可能となる。これは、制御手段に限ることではなく、複数の計測機器など、記録装置に接続される複数の医療機器の間での時間的同期を取った治療情報41の記録と再現が可能である。10

【0063】

記録情報39には、ファイルヘッダ37として、患者データ64や装置データ65を記録するので、術後に、情報を整理あるいはメンテナンスする場合や第3者が記録された治療情報41を利用する場合でも、記録情報内容を容易に把握でき、情報管理および情報利用が容易に行なえる。さらに、術中に記録した記録情報の構成や記録情報内に記録されているデータを識別するデータヘッダ67、記録情報利用時に同時に再現する必要がある関連情報を示すリンクデータ68などをファイルヘッダ37に記録することで、サンプリングのタイミングが異なる情報や、データの種類や内容が異なる情報を分散してそれぞれ別の記録情報39a、39bに記録しても、術後の情報管理や情報利用を容易に行なうことが可能となる。分散させる数は任意にすることができる。このようにファイルヘッダ37により情報を管理し、情報の扱いに関する簡便性と柔軟性を高めることで、治療に用いる医用機器の構成や種類、情報の出力形式やタイミングなどが制限されることはなく、記録する情報に合わせて記録する情報の様態を柔軟に対応することが可能となり、さらには治療情報41の術後利用の操作性、運用性をより高めることができる。20

【0064】

記録された制御情報40を相互に比較し制御に用いた制御式などにあらためて代入して検算するなどの作業により、治療中装置が制御則に従い正常に機能していたことを確認することもでき、これにより、再現された動作や操作入力手段2に対する遠隔動作手段3の動作の妥当性、制御情報40や再現された動作の信頼性を向上させることができる。30

【0065】

次に、図1を用いて観察手段5、治療状況観察手段7及び生体情報計測手段6等について説明する。図1に示す観察手段5は内視鏡などの医療器具であり、操作者1に患部付近の状況を画像情報やグラフィック情報として提供する装置である。図1、図2では内視鏡のレンズ系21を術具と一緒に束ねている装置の例を示している。観察手段5の映像情報は図のように記録部8aへ伝達される一方、表示手段の一つであるテレビや専用モニタ（図示していない）を用いて操作者へ提供される。観察手段5としては、患部付近の状況を観察するものであれば、内視鏡以外に、手術顕微鏡やビデオ顕微鏡、超音波プローブなどの医療器具やCTやMRIなどの計測機器も同じように構成できる。これらは治療内容に応じて構成する。40

【0066】

図1に示す治療状況観察手段7は操作を行なっている手元と操作者1の様子を撮影するカメラ等の撮像系である。治療状況観察手段7は手術室などの天井や無影灯など手術室に備え付けられている器具に設けても良いし、操作入力手段2に設けても良い。1台以上の治療状況観察手段7や、位置姿勢を動作可能に備え付けられている治療状況観察手段7により、操作入力手段2を操作する操作者1の様子とは別に、患者周りの様子を撮影し、治療に参加している助手や治療の進行状況の様子などを観察し、記録手段8aへ送信するよう構成することもできる。図1に示す生体情報計測手段6は、心電図、呼吸、観血血圧、非観血血圧、血中酸素飽和度、体温、脈拍、心拍など、患者の生体情報のうち幾つかを計測する。計測した情報は記録手段8aへ伝達する一方、図示していないが情報の伝達経路を50

分岐させるなどして表示装置の一つであるテレビや専用モニタを通して術者へ情報提供することができる。

【0067】

観察手段5および生体情報計測手段6および治療状況観察手段7で得られる治療情報41は、記録手段8aで、制御手段19で得られる制御情報40と共に処理されて、あるいは同様の処理が行なわれて、記録媒体10aに記録される。

【0068】

図5は表示手段12aあるいは遠隔設置されている表示手段12bで表示する画面構成の例を示している。遠隔設置については後程詳細を述べる。一つの画面内に、治療状況観察手段7から得られる操作状態52と、観察手段5から得られる患部の状態51および生体情報の推移を示すグラフ53や心拍54や体温55など、現在の患者の状態を数値やグラフィックで示す生体情報情報を合わせて表示する。この時、動作の再現と同様にタイムコード38を参照してデータを更新することで、各情報を同調させて再生する。図5では、心拍や体温を例として出したが、これは観察する者の要望に応じて、計測されている生体情報のうちのどれかを表示させれば良い。さらに、文字列表示とするかグラフ表示とするかも出力形式の違いでしかないと、観察する者の要望に応じて変更すれば良い。以降、動作の再現あるいは表示手段を見る人を観察者と呼ぶことにする。

10

【0069】

患部状態51と操作状態52と生体情報53、54、55の各情報を統合的に表示させ、かつ各情報に添えて記録したタイムコード38を参照して、各情報の再生タイミングを合わせて表示させることで、患部の状態と操作状況の両方の同期した映像を観察者の同一視野で観察することができる。この時、動作の再現と同様にタイムコード38を参照してデータを更新することで、各情報を同調させて再生する。図5では、心拍や体温を例として出したが、これは観察する者の要望に応じて、計測されている生体情報のうちのどれかを表示させれば良い。さらに、文字列表示とするかグラフ表示とするかも出力形式の違いでしかないと、観察する者の要望に応じて変更すれば良い。以降、動作の再現あるいは表示手段を見る人を観察者と呼ぶことにする。

20

【0070】

タイムコード38を基に治療情報41の更新を行なうことで、操作入力手段2や遠隔動作手段3の動作再現と同時に、観察手段5や生体情報計測手段6などのそれぞれ記録間隔の異なる他の装置の治療情報41を同期させて再現することが可能となる。これにより、表示画面に再生される情報と、操作入力手段2や遠隔動作手段3の動作、あるいは、患者の容体や生体情報の変化等と、操作入力手段2や遠隔動作手段3を用いた術具動作の関係を相互に関係づけて観察でき、治療の状況や動作状況を術後に把握、分析、確認、他者への説明などが、より具体的で効果的かつ容易に行なえるようになる。

30

【0071】

記録した患部状況の映像と、動作再現の様子を比較し、患者自体の動きあるいは患部の動きと遠隔動作手段3の相対的な位置関係など、制御情報40に記録し得ない動きを特定し、観察することが可能となる。

【0072】

記録した治療情報41から患者のプライバシーを侵害しない制御情報40と観察手段5や治療状況観察手段7の情報を集めて、症例に対する操作例を治療計画の際の参考資料とすることも可能であり、これを参考にすることで、先例を生かしたより効率的で安全な操作の実現に役立てることができる。

40

【0073】

治療状況観察手段7によって患者周辺の様子などを、内視鏡などの観察手段の映像と共に統一されたタイムコード38を埋め込んで治療状況を記録するので、助手の交代など、内視鏡映像や制御情報40からでは把握できない周囲の状況と内視鏡画像に映る状況とを合わせて治療の進行状況をより正確に把握することが可能となる。

【0074】

図1を用いて遠隔場所での記録及び再生に付いて説明する。図1に示すように、記録手段8aは送受信手段13aを装備しており、有線あるいは無線で構築するネットワークや通

50

信回線を通して手術現場から離れた場所に設けた送受信手段 13b、13c と結ばれている。送受信手段 13b は記録手段 8b と送受信可能に接続されており、記録手段 8a で記録する記録媒体 10a とは別の記録媒体 10b へ記録する機能を有する。送受信手段 13c は治療現場と離れた場所に設けられている再生手段 11b と接続されており、再生手段 11b からの出力は表示手段 12b で表示するよう接続されている。また、送受信手段 13b、13c も同様にネットワーク接続されており、記録媒体 10b に記録されている治療情報 41 を表示手段 12b で表示可能なように接続されている。

【0075】

ネットワークを介して記録情報 39 を遠隔に設置した記録手段 8b や再生手段 11b へ送信することが可能となるので、記録情報 39 を一括管理する大容量の記録媒体などを利用した記録情報 39 の保存と管理を可能とし、さらには、遠隔に設置され集中管理されている記録情報 39 をネットワークを介して再生処理し、動作の再現を行なうことが可能となる。

10

【0076】

動作の再現は、術後のみではなく、術中に記録媒体 10a へ記録情報 39 を記録すると同時に、記録情報 39 をネットワークを介して遠隔に設けられている再生手段 11b へ送信し、治療に使用されているのと同種の操作入力手段 2 や遠隔動作手段 3 を用いて、現在行なわれている治療動作を再現することも可能である。この時、動作の再現に合わせて生体情報計測手段 6 や観察手段 5、治療状況観察手段 7 の情報を観察することで、観察者が遠隔にいても術具の動作状況と患者の生体情報の推移を含む治療状況をより的確にリアルタイムで把握することを可能とする。

20

【0077】

術後に治療情報 41 を管理している場所から送受信手段 13b、13c を通して特定の記録情報 39 を受信し、再生手段 11b、表示手段 12b を用いて必要に応じ手術の状況を解析したり、第三者へ手術の状況を説明することが可能となる。

【0078】

図 3 の (B) は記録処理部 9 に関する他の実施の例を示している。記録情報整形部 43 で処理された情報を改竄防止手段 44 で暗号化処理を行ない、その後記録媒体 10a に記録する。

30

【0079】

暗号化の方式は、例えば公開鍵方式等のように、暗号化専用鍵と復号化専用鍵とを持つ構成する。暗号化専用鍵は記録手段 8a で管理し、復号化専用鍵は再生手段 11a で管理する。治療情報 41 を記録する時は暗号化専用鍵を用いて暗号化し、その後記録媒体へ記録し、再生の時は、記録媒体に記録された暗号化済み情報に対して復号化専用鍵を用いて復号化する。

【0080】

記録手段 8a と再生手段 11a でそれぞれの鍵を別々に管理し、運用することで、特定の再生手段を用いることでのみ記録情報 39 の閲覧が可能となるので、個人情報の漏洩、プライバシーの侵害を防止することがより確実となる。

【0081】

40

暗号化専用鍵を有しない再生手段 11a では再び暗号化することが困難となるので、記録情報 39 の改竄を防止し、さらには記録情報 39 の信憑性を高めることが可能となる。記録情報 39 の信憑性が高いことから、記録情報 39 を基にした動作の再現や治療状況の解析および把握の正確さ、信憑性、有効性を高めることが可能となる。

【0082】

病院内や病院間などネットワークでグループ化され、あらかじめ記録情報 39 の相互閲覧が許可されている施設内に複数の記録手段 8a および再生手段 11a を設置する場合、複数の記録手段 8a で同じ暗号化専用鍵を管理し、複数の再生手段 11a で同じ復号化専用鍵を管理する。これにより、同じ暗号化専用鍵を管理する記録手段 8a を用いた記録情報 39 は、どの記録手段 8a で記録していても、同じ復号化専用鍵で復号化することが可能

50

となり、さらには、暗号化された記録情報 3 9 をネットワークを介して、同じ復号化専用鍵を管理する任意の再生手段を用いて容易に再生可能であり、かつ、相互閲覧が許可されていない外部施設では、復号化専用鍵が異なることから暗号化された記録情報 3 9 を閲覧できなくなるため、情報の再生が容易にできる利便性を確保しつつ、記録情報 3 9 や個人情報の漏洩を防止可能となる。

【 0 0 8 3 】

図 1 3 は、暗号化および復号化専用の鍵を管理する着脱可能な許可手段を備える手術支援装置の記録手段および再生手段の構成図である。記録手段および再生手段の他の構成要素は図 1 と同様であるので、省略する。図 1 3 に示すように、暗号化専用鍵あるいは復号化専用鍵を暗号化許可手段 7 3 あるいは復号化許可手段 7 4 として独立させ、記録手段 8 a や再生手段 1 1 a へ脱着できる構成とする。これらの許可手段は、暗号化専用鍵や復号化専用鍵を記録できることが可能であれば、カード型や、あるいは車の鍵のような形など、どのような形状でも良い。それぞれの許可手段には、暗号化専用鍵あるいは復号化専用鍵を電気情報あるいは磁気情報として記録する。あるいは暗号化専用鍵あるいは復号化専用鍵を識別できる電気信号や光信号の回路をそれぞれの許可手段に設ける。あるいは許可手段を記録手段や再生手段に装着する部分に、暗号化専用鍵あるいは復号化専用鍵を意味するコードの印刷や段差や貫通穴等の形状加工を施す。

【 0 0 8 4 】

これらの許可手段を暗号化キーハードウェア、復号化キーハードウェアと呼ぶこととする。

【 0 0 8 5 】

記録情報 3 9 は記録情報整形部 4 3 でタイムコード 3 8 を添付し、前記のように処理され、改竄防止手段 4 4 で暗号化される。治療情報 4 1 を暗号化するときに、改竄防止手段 4 4 は暗号化許可手段 7 3 である暗号化キーハードウェアに記録された暗号化専用鍵を電気信号、光信号、あるいは磁気信号、画像信号により、あるいは装着された許可手段の形状を認識することにより読み取る。読み取った暗号化専用鍵を利用して暗号化し、暗号化された情報が記録媒体 1 0 a に記録される。

【 0 0 8 6 】

暗号化された情報は再生手段 1 1 a の復号化手段 7 0 で復号化される。このとき、復号化手段 7 0 は再生手段 1 1 a に取り付けられた復号化許可手段 7 4 である復号化キーハードウェアに記録された復号化専用鍵を暗号化専用鍵の読み取りと同様の手法で読み取り、読み取った復号化専用鍵を利用して複合化する。復号化された情報は、記録情報復元部 7 1 で、記録手段 8 a の記録情報整形部 4 3 で行なった処理から、情報の再現に利用可能な状態へと復元し、所定の装置へ復元する治療情報 7 2 が送られる。復号化許可手段 7 4 に記録されている復号化専用鍵が、暗号化したときの暗号化専用鍵に対応したものでないと、正常に復号化できない。

【 0 0 8 7 】

読み込んだ暗号化あるいは復号化専用の鍵を記憶し、一連の記録処理中あるいは再生処理中に読み込む回数を一度だけにすることもできる。あるいは暗号化および復号化の処理を行なうたびに毎回読み込むようにしてもよい。

【 0 0 8 8 】

それぞれの許可手段に、その許可手段を管理する人を識別する情報（管理者識別情報）、例えば、個人名やシリアル番号などを暗号化専用鍵および復号化専用鍵に付け加えて、記録する。暗号化許可手段 7 3 および復号化許可手段 7 4 を使用する際に、それぞれの許可手段に記録されている管理者識別情報を記録する記録装置を記録手段 8 a および再生手段 1 1 a に設ける。あるいは、暗号化許可手段 7 3 を使用したときの管理者識別情報については、記録手段 8 a で記録する記録情報のファイルヘッダに記録してもよい。管理者識別情報に合わせて使用日時を記録するようにすることも容易である。

【 0 0 8 9 】

記録情報 3 9 の記録時は記録手段 8 a に暗号化キーハードウェアを取り付けることで、情

10

20

30

40

50

報の記録と暗号化が可能となり、記録情報 3 9 の再生時は、再生手段 1 1 a に復号化キー ハードウェアを取り付けることで、情報の復号化と再生が可能となる。治療情報 4 1 の記録や再生を許可された者が暗号化キー ハードウェアや復号化キー ハードウェアを管理することで、暗号化専用鍵や復号化専用鍵の管理が容易にでき、かつ、許可されていない者の記録や閲覧がより難しくなることから、個人情報の漏洩を防止する効果をより高めることができる。

【 0 0 9 0 】

暗号化許可手段 7 3 および復号化許可手段 7 4 に、それぞれの許可手段を管理している人を特定できる情報を暗号化専用鍵や復号化専用鍵と一緒に記録し、それぞれの許可手段を使用した情報を記録として残すことができるので、誰がいつ情報を記録したか、あるいは誰がいつ情報を閲覧したかを把握することができ、記録情報 3 9 の保存と管理をより安全に行なうことができ、個人情報の漏洩防止の効果を向上させることができる。

10

【 0 0 9 1 】

さらには、複数の治療において異なる記録手段 8 a を用いても、同じ暗号化専用鍵が記憶されている暗号化キー ハードウェアを用いると、これと対になる復号化専用鍵が記憶されたハードウェアを用いることで、どの再生手段を用いても治療情報 4 1 を再生することができとなり、運用の利便性をより向上させることができる。

【 0 0 9 2 】

また、同じ記録手段を用いても、異なる暗号化専用鍵が記憶されている暗号化キー ハードウェアを用いることで、この情報を閲覧できるグループは暗号化専用鍵に対応した復号化専用鍵を持つグループに限定することができ、記録情報 3 9 の管理運営の利便性をより向上させることができる。

20

【 0 0 9 3 】

ネットワークを介して送受信する場合に、記録情報 3 9 を暗号化して通信できるので、記録情報 3 9 の送信中に第三者へ情報が漏洩することを防止でき、記録情報 3 9 という患者のプライバシーに関わる情報をネットワークを介して安全に送受信することを可能とする。さらには、電波などを用いた送信でも個人情報の漏洩を防止し安全に行なうことが可能となり、光ファイバなどのネットワーク網が整備されていない遠隔地でも、電波の送受信装置を設置することで、記録情報 3 9 の送受信が利用可能となる。

【 0 0 9 4 】

30

ネットワークを介した記録情報 3 9 の送受信において、高い安全性を有し、かつ記録後の改竄を防止できるので、記録情報 3 9 を一括管理する大容量の記録媒体などを利用した記録情報 3 9 の保存と管理をより安全に行なうことが可能となる。

【 0 0 9 5 】

図 1 1 は、動作制御を行なう制御手段を有していない術具を用いる時の実施の形態を示している。図 1 1 では図 1 で示した送受信手段等は省略しているが、同様の構成をとることは可能である。術具 6 2 には識別子 6 3 を設ける。操作者 1 の術具 6 2 を扱う手には操作入力状況を検出手段であるデータグローブ 6 1 を装備する。データグローブ 6 1 は例えば抗体の抵抗量変化や光ファイバの光路長の変化などを検出して例えば手首から先の各関節の角度を検出することが可能である。治療状況観察手段 7 は、識別子 6 3 の座標を検出するか、座標を算出可能な信号を出力する光学式あるいは磁気式あるいは機械式の位置計測装置、あるいは撮影手段であるカメラと撮影した画像を処理し識別子 6 3 の座標を検出する画像処理手段からなる。識別子 6 3 は位置計測装置あるいは、画像処理手段が指定する種類のマーカや、位置計測装置や画像処理手段が特定可能な特異形状などの特徴点により成る。

40

【 0 0 9 6 】

生体情報計測手段 6 からの患者の生体情報と、観察手段 5 からの患部の映像と、データグローブ 6 1 からの操作司令情報と、治療状況観察手段 7 からの識別子 6 3 の座標情報は記録手段 8 a に入力され、図 1 同様の記録処理部 9 で治療情報 4 1 を記録するための状態へ変換する。記録した情報は再生手段 1 1 a で復元し、表示手段 1 2 a に表示する。この時

50

、表示内容としては、図5と同様、各種情報を統合および同調再生して提供するが、この時、操作状態52としては、データグローブや位置検出手段から得られる情報を基に作成したコンピュータグラフィックなどを用いて表示する。動作の再現については、術具の位置姿勢や操作者の手の動きなどを、記録情報39を基に、コンピュータグラフィックスを用いて表現する。コンピュータグラフィックスはデータグローブや光学式位置計測装置で得られる三次元情報を基にモデルを作成するので、観察する人の要望に応じて表示しているモデルの向きや姿勢を変えることが可能である。このような構成を用いることにより、制御手段もたない術具を使用する時でも、図1で示した構成同様の効果を得ることが可能となる。

【0097】

図1で示した構成において、操作者1がデータグローブ61を装備して操作入力手段2を操作する構成や、遠隔動作手段3に識別子63を設け、識別子の位置姿勢を検出するための治療状況観察手段として、位置計測装置や画像処理装置を有する構成などが可能である。

【0098】

この構成により、操作レバー18が操作入力に従い動作した位置姿勢の情報以外に、操作レバー18を操作している操作者の手の動きを記録することが可能となる。あるいは、治療開始前に、患者の身体の一部に識別子63を取り付けるか、あるいは患者の身体の一部でかつ特徴的な部位を識別子63として利用し、手術室の座標系の置ける患者の位置姿勢を特定し、治療中、遠隔動作手段3の識別子63を検出することで、患者4と遠隔動作手段3の相対位置関係を定量的に計測することが可能となる。

【0099】

操作レバー18の位置姿勢の情報を、操作入力手段2の制御とは別にデータグローブ61からの情報と比較できるので、操作入力手段2で検出した操作レバー18の位置姿勢のデータを補完し、あるいは制御情報40の信憑性を高める効果がある。

【0100】

手術室の座標系における遠隔動作手段3の位置姿勢を特定できるため、操作入力手段2の配置や、患者4との位置関係を明確にでき、治療動作の再現をより正確に行なうことが可能となる。

【0101】

図12は図1で示した構成において、複数の遠隔動作手段3、3aと、それぞれの遠隔動作手段3、3aに設けた識別子63、63aと、識別子63、63aの座標を検出可能な治療状況観察手段7とからなり、それぞれの遠隔動作には、必要に応じて、先端部24aには先端部24と同様、複数の観察手段5、5aや複数の術具を有する。図1で説明できる部分については、図12では省略している。

【0102】

治療状況観察手段7では、識別子63、63aの位置を画像処理を用いて座標算出したり、あるいは、治療状況観察手段7の一つである位置計測装置を用いて座標検出あるいは座標算出を行なう。位置計測装置は、複数を同時に検出できるものでもよいし、一つの位置計測装置で一つの識別子を検出するものでもよい。一つの識別子を検出する位置計測装置を用いる場合は、それぞれの遠隔動作手段毎に位置計測装置を用意し、それぞれの識別子の座標を検出する。このとき、位置計測手段が光学式である場合は、計測対象とする遠隔動作手段の識別子以外が計測範囲に入らない位置関係に、識別子と位置計測手段のそれをセッティングしたり、それぞれの識別子の間に遮蔽版などを設け、不要な識別子が計測範囲に入り込まないようにすればよい。

【0103】

検出したそれぞれの遠隔動作手段3、3aの座標情報は、制御情報40などと同様に記録手段へ情報伝達する。

【0104】

これにより、複数の遠隔動作手段3、3aの動作を、時間的同期をとって再現することが

10

20

30

40

50

可能であり、かつ、遠隔動作手段の3、3a動作を再現するときに、それぞれの遠隔動作手段3、3aの座標情報を参照することで、装置間の設置状況も正確に再現することが可能となる。

【0105】

また、コンピュータグラフィックスなどのグラフィック手段を用いて動作の再現を表示する場合でも、制御情報40に基づいて遠隔動作手段の位置姿勢を制御すると同時に、それぞれの遠隔動作手段の座標情報を基に遠隔動作手段の相対位置関係の変化を正確に再現することが可能である。

【0106】

よって治療中の術具や遠隔動作手段の動作を正確にかつ容易に把握できることに加えて、治療中に、遠隔動作手段や術具の間の相対関係までも詳細に、かつ容易に把握できるようになる。

【0107】

これらの実施例を用いることで、治療中に使用する医療機器の種類やデータ出力の仕様などに制限されること無く、さまざまな状況に対応して記録情報39を保存することが可能であり、術後に治療内容を把握ことが従来より容易かつ正確に行なえるようになり、記録された情報を基に治療情報41を再現することで、複数の観察者が同時に治療内容の分析や検討を行なうことが可能になったり、担当医などから第三者への説明などをお互いに治療状況や理解の程度を確認し会いながら、状況に合わせて柔軟に情報を再現・提供するなどの情報の2次利用が容易かつ理解しやすい表現で可能となる。また、これらの効果に合わせて、記録情報39の利用や管理・メンテナンスの容易さと同時に患者のプライバシーの保護が両立されるので、実際の現場での実用性が高く、情報の利用価値を向上させることができる。機器の制御が正常に機能していたことの確認と、記録情報39の再現とを合わせて、治療内容に関する外科医の治療の意図を明確にすることができる。さらには、改竄が困難でありながら運用の利便性が高いシステムを提供でき、原因特定などにおいても有効かつ信憑性の高い情報を容易に提供することができる。

【0108】

【発明の効果】

本発明によれば、以上説明したように構成されているので、術後等に行なう治療操作内容の把握や分析に適した手術支援装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の手術支援装置の構成図である。

【図2】遠隔動作手段の先端部の概観図である。

【図3】記録処理部の構成例である。

【図4】複数の記録手段を用いた構成例である。

【図5】治療情報表示画面の例である。

【図6】通常動作を行なう時の、制御手段での制御動作とデータの流れを示す図である。

【図7】動作の再現を行なう時の、制御手段での制御動作とデータの流れを示す図である。

。

【図8】タイムコードを基にデータを更新する制御フローである。

【図9】タイムコードで整理した治療情報の概念図である。

【図10】治療情報の種類で分類した複数のファイル群で構成する治療情報の概念図である。

【図11】制御手段による動作制御を行なわない術具を用いた時の構成図である。

【図12】複数の遠隔動作手段を用いた構成図である。

【図13】暗号化および復号化専用のハードウェアを持つ構成図である。

【符号の説明】

1...操作者、2...操作入力手段、3、3a...遠隔動作手段、4...患者、5、5a...観察手段、6...生体情報計測手段、7...治療状況観察手段、8a、8b、8c、8d、8e...記録手段、9...記録処理部、10a、10b...記録媒体、11a、11b...再生手段、12

10

20

30

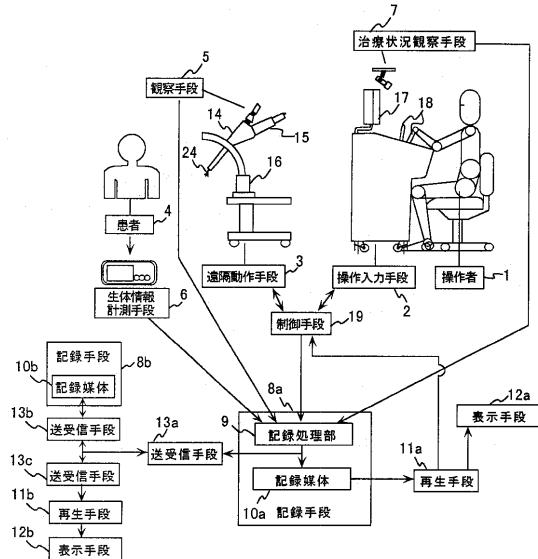
40

50

a、12b…表示手段、13a、13b、13c…送受信手段、14、14a…保持具、15、15a…駆動部、16、16a…保持装置、17…ユーザインタフェース、18…操作レバー、19…制御手段、21…レンズ系、22a、22b…医用マニピュレータ、23a、23b…術具、24、24a…先端部、25…操作入力動作、26…操作力検出ルーチン、27…操作入力手段制御量計算ルーチン、28…操作入力手段制御ルーチン、29…位置姿勢検出ルーチン、30…遠隔動作手段制御量計算ルーチン、31…遠隔動作手段制御ルーチン、32…制御パラメータ管理ルーチン、33…操作入力データ、34…制御量データ、35…制御パラメータデータ、36…データ更新管理ルーチン、37…ファイルヘッダ、38…タイムコード、39、39a、39b…記録情報、40…制御情報、41、41a、41b、41c…治療情報、42…タイムコード発信部、43…記録情報整形部、44…改竄防止手段、45…位置姿勢データ、48、49、50…記録手段、51…患部状態映像、52…操作状態映像、53…生体情報の推移を示すグラフ、54…心拍表示、55…体温表示、61…データグローブ、62…術具、63、63a…識別子、64…患者データ、65…装置データ、66…構成データ、67…データヘッダ、68…リンクデータ、70…復号化手段、71…記録情報復元部、72…再現する治療情報、73…暗号化許可手段、74…復号化許可手段、75…制御出力信号。
10

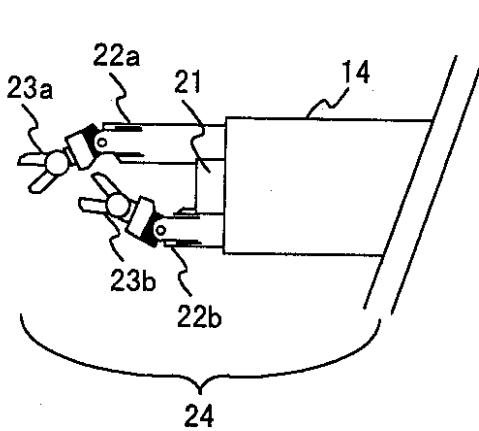
【図1】

図 1



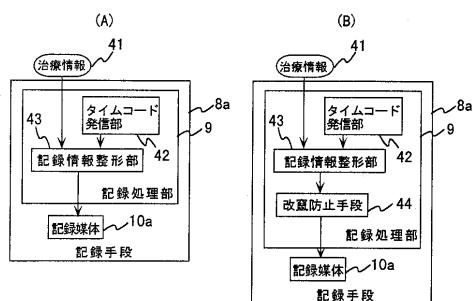
【図2】

図 2



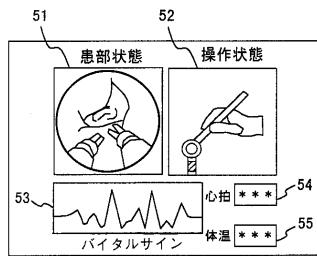
【図3】

図3



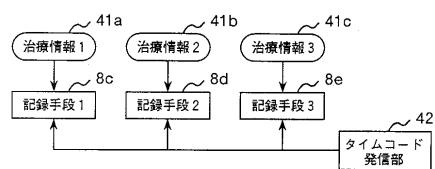
【図5】

図5



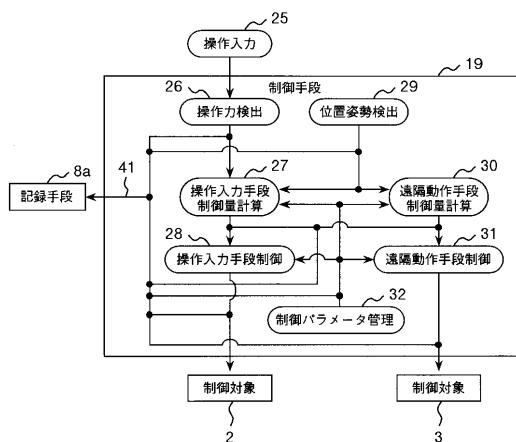
【図4】

図4



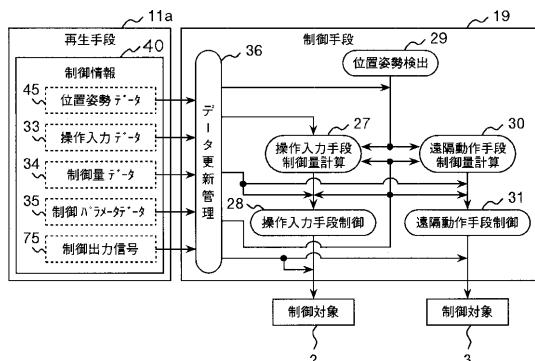
【図6】

図6



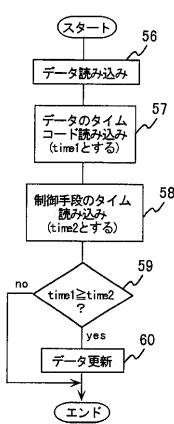
【図7】

図7



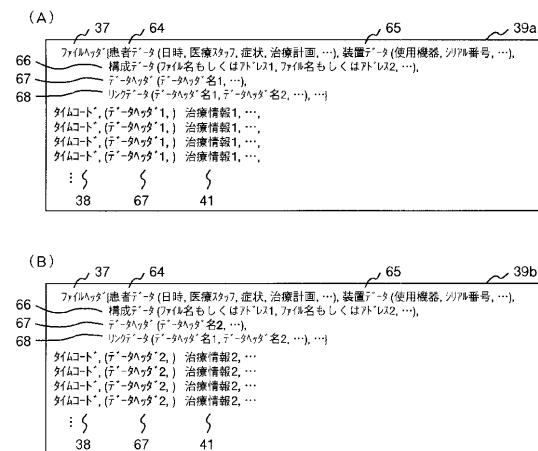
【図 8】

図 8



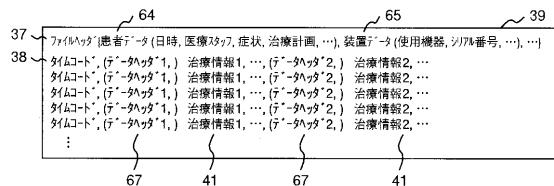
【図 10】

図 10



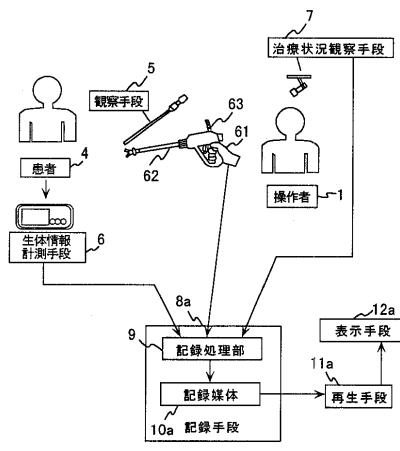
【図 9】

図 9



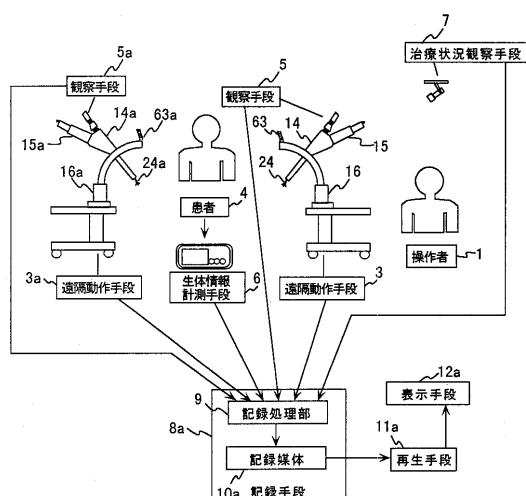
【図 11】

図 11



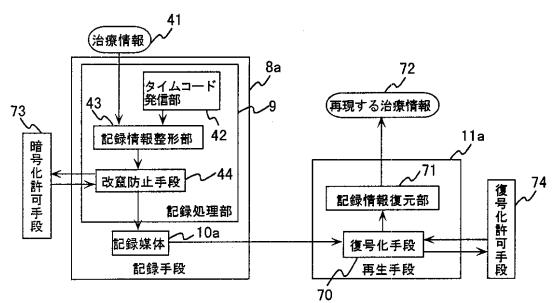
【図 12】

図 12



【図13】

図 13



フロントページの続き

審査官 山口 直

(56)参考文献 特開平08-215211(JP,A)
特開平05-303327(JP,A)
特開平07-323035(JP,A)
特開平06-039754(JP,A)
特開平06-131475(JP,A)
特開平11-244272(JP,A)
特開2001-061776(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

A61B 17/00-19/00

专利名称(译)	手术支援装置		
公开(公告)号	JP3660887B2	公开(公告)日	2005-06-15
申请号	JP2001077536	申请日	2001-03-19
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	西澤幸司 田島不二夫		
发明人	西澤 幸司 田島 不二夫		
IPC分类号	A61B19/00 H04N5/765 H04N7/18		
FI分类号	A61B19/00.502 H04N7/18.Z H04N5/91.L A61B34/35 H04N5/765		
F-TERM分类号	5C053/GB40 5C053/JA22 5C053/JA30 5C053/LA01 5C053/LA14 5C054/AA02 5C054/CC07 5C054/DA01 5C054/DA07 5C054/DA08 5C054/DA09 5C054/FE16 5C054/FE17 5C054/GB01 5C054/GB05 5C054/GB06 5C054/HA12		
代理人(译)	小川胜男 佐佐木隆		
审查员(译)	山口 直		
其他公开文献	JP2002272758A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：解决内窥镜记录图像上的问题，例如不可能识别视野外的仪器行为，并且难以识别手术后的情况。解决方案：操作输入装置2的控制信息，远程操作装置3和观察装置5的信息，以及生物医学信息测量装置6由记录装置8a记录，其上附有统一的时间码，记录的信息是由再现装置11a恢复以发送到控制装置19。控制装置19通过根据附加到控制信息的记录时间码完成其协调来实现操作输入装置2和远程操作装置3的处理操作。。

