

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7367140号
(P7367140)

(45)発行日 令和5年10月23日(2023.10.23)

(24)登録日 令和5年10月13日(2023.10.13)

(51)国際特許分類

F I

A 6 1 B 34/35 (2016.01)

A 6 1 B 34/35

請求項の数 12 外国語出願 (全33頁)

(21)出願番号	特願2022-122444(P2022-122444)	(73)特許権者	510253996
(22)出願日	令和4年8月1日(2022.8.1)		インテュイティブ サージカル オペレー
(62)分割の表示	特願2019-524340(P2019-524340)		ションズ, インコーポレイテッド
原出願日	平成29年11月10日(2017.11.10)		アメリカ合衆国 9 4 0 8 6 カリフォル
(65)公開番号	特開2022-141975(P2022-141975)		ニア州 サニーヴェイル キーファー・ロ
A)			ード 1 0 2 0
(43)公開日	令和4年9月29日(2022.9.29)	(74)代理人	100107766
審査請求日	令和4年8月29日(2022.8.29)		弁理士 伊東 忠重
(31)優先権主張番号	62/421,089	(74)代理人	100070150
(32)優先日	平成28年11月11日(2016.11.11)		弁理士 伊東 忠彦
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100135079
			弁理士 宮崎 修
		(72)発明者	アズィズィアン, マーディ
			アメリカ合衆国 9 4 0 8 6 カリフォル
			ニア州, サニーヴェイル, キーファー・ロ
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 走査ベースの位置付けを伴う遠隔操作手術システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

方法であって、当該方法は、
手術システムのセットアップのための手術室のレイアウト情報を受信するステップと、
前記手術室のレイアウト情報と手術室のレイアウトシグネチャとの間の一致を判定する
ステップと、
該一致した手術室のレイアウトシグネチャに少なくとも部分的に基づいて、手術システ
ムの位置付けを表す画像を生成するステップと、を含む、
方法。

【請求項2】

要員の活動情報を受信するステップと、
該要員の活動情報と要員の活動シグネチャとの間の一致を判定するステップと、をさら
に含み、
前記画像を生成するステップは、前記手術室のレイアウト情報と前記手術室のレイアウ
トシグネチャとの間の一致、及び前記要員の活動情報と前記要員の活動シグネチャとの間
の一致の組合せに少なくとも部分的に基づいて、前記手術システムの位置付けを表す前記
画像を生成するステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

外科的処置情報を受信するステップと、
該外科的処置情報と外科的処置シグネチャとの間の一致を判定するステップと、をさら

に含み、

前記画像を生成するステップは、前記手術室のレイアウト情報と前記手術室のレイアウトシグネチャとの間の一致、及び前記外科的処置情報と前記外科的処置シグネチャとの間の一致の組合せに少なくとも部分的に基づいて、前記手術システムの位置付けを表す前記画像を生成するステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

要員の活動情報を受信するステップと、

該要員の活動情報と要員の活動シグネチャとの間の一致を判定するステップと、

外科的処置情報を受信するステップと、

該外科的処置情報と外科的処置シグネチャとの間の一致を判定するステップと、をさらに含み、

10

前記画像を生成するステップは、前記手術室のレイアウト情報と前記手術室のレイアウトシグネチャとの間の一致、前記要員の活動情報と前記要員の活動シグネチャとの間の一致、及び前記外科的処置情報と前記外科的処置シグネチャとの間の一致の組合せに少なくとも部分的に基づいて、前記手術システムの位置付けを表す前記画像を生成するステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記手術システムの 1 つ又は複数の例のセットアップの多様な発生のそれぞれについて、手術室のレイアウト情報を記録し、手術システムの位置付け情報を記録するステップと、

前記記録した手術室のレイアウト情報、及び前記記録した手術システムの位置付け情報に少なくとも部分的に基づいて、手術室のレイアウトシグネチャを手術室のレイアウト情報と一致させるための 1 つ又は複数の規則を決定するステップと、をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 6】

前記手術システムの 1 つ又は複数の例のセットアップの多様な発生のそれぞれについて、手術室のレイアウト情報を記録し、要員の活動情報を記録し、及び手術システムの位置付け情報を記録するステップと、

前記記録した手術室のレイアウト情報、前記記録した要員の活動情報、及び前記記録した手術システムの位置付け情報に少なくとも部分的に基づいて、手術室のレイアウトシグネチャを手術室のレイアウト情報と一致させ、且つ要員の活動シグネチャを要員の活動情報と一致させる 1 つ又は複数の規則を決定するステップと、をさらに含む、請求項 2 に記載の方法。

30

【請求項 7】

前記手術システムの 1 つ又は複数の例のセットアップの多様な発生のそれぞれについて、手術室のレイアウト情報を記録し、外科的処置情報を記録し、及び手術システムの位置付け情報を記録するステップと、

前記記録した手術室のレイアウト情報、前記記録した外科的処置情報、及び前記記録した手術システムの位置付け情報に少なくとも部分的に基づいて、手術室のレイアウトシグネチャを手術室のレイアウト情報と一致させ、且つ手術システムの外科的処置シグネチャを外科的処置情報と一致させる 1 つ又は複数の規則を決定するステップと、をさらに含む、請求項 3 に記載の方法。

40

【請求項 8】

手術用器具及び手術用器具アクチュエータを含む手術システムであって、当該手術システムは、

プロセッサと、

プロセッサ上で実行可能な命令セットを保持するメモリ装置と、を有しており、

前記命令セットを実行することで、当該手術システムに、

手術システムのセットアップのための手術室のレイアウト情報を受信すること、

前記手術室のレイアウト情報と手術室のレイアウトシグネチャとの間の一致を判定すること、及び

50

該一致した手術室のレイアウトシグネチャに少なくとも部分的に基づいて、手術システムの位置付けを表す画像を生成すること、を含む動作を実行させる、手術システム。

【請求項 9】

前記動作には、

要員の活動情報を受信すること、及び

前記要員の活動情報と要員の活動シグネチャとの間の一致を判定すること、がさらに含まれ、

前記画像を生成することは、前記手術室のレイアウト情報と前記手術室のレイアウトシグネチャとの間の一致、及び前記要員の活動情報と前記要員の活動シグネチャとの間の一致の組合せに少なくとも部分的に基づいて、前記手術システムの位置付けを表す前記画像を生成することを含む、請求項 8 に記載の手術システム。

10

【請求項 10】

前記動作には、

外科的処置情報を受信すること、及び

該外科的処置情報と外科的処置シグネチャとの間の一致を判定すること、がさらに含まれ、

前記画像を生成することは、前記手術室のレイアウト情報と前記手術室のレイアウトシグネチャとの間の一致、及び前記外科的処置情報と前記外科的処置シグネチャとの間の一致の組合せに少なくとも部分的に基づいて、前記手術システムの位置付けを表す前記画像を生成することを含む、請求項 8 に記載の手術システム。

20

【請求項 11】

前記動作には、

要員の活動情報を受信すること、

該要員の活動情報と要員の活動シグネチャとの間の一致を判定すること、

外科的処置情報を受信すること、及び

該外科的処置情報と外科的処置シグネチャとの間の一致を判定すること、がさらに含まれ、

前記画像を生成することは、前記手術室のレイアウト情報と前記手術室のレイアウトシグネチャとの間の一致、前記要員の活動情報と前記要員の活動シグネチャとの間の一致、及び前記外科的処置情報と前記外科的処置シグネチャとの間の一致の組合せに少なくとも部分的に基づいて、前記手術システムの位置付けを表す前記画像を生成することを含む、請求項 8 に記載の手術システム。

30

【請求項 12】

前記動作には、

要員の活動情報を受信すること、

該要員の活動情報と要員の活動シグネチャとの間の一致を判定すること、

外科的処置情報を受信すること、及び

該外科的処置情報と外科的処置シグネチャとの間の一致を判定すること、がさらに含まれ、

40

前記画像を生成することは、前記手術室のレイアウト情報と前記手術室のレイアウトシグネチャとの間の一致、前記要員の活動情報と前記要員の活動シグネチャとの間の一致、及び前記外科的処置情報と前記外科的処置シグネチャとの間の一致の組合せに少なくとも部分的に基づいて、前記手術システムの位置付けを表す前記画像を生成することを含む、請求項 8 に記載の手術システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

優先権の主張

本願は、2016年11月11日に出願された米国特許出願第62／421,089号に

50

ついて優先権の利益を主張するものであり、この文献はその全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【0002】

発明の態様は、手術中に使用される医療装置に関連する。より具体的には、態様は、手術システム構成要素の位置付けに関連する。

【背景技術】

【0003】

外科医は、概して、外科的処置を行う前に広範囲な検討を始めている。従来、外科医は写真又は図等の一般的な解剖学的モデルの検討に限定されていた。最近になって、様々な術前診断的処置（例えば、X線、CT、MRI等）により、患者固有の解剖学的情報が利用可能になっている。

10

【0004】

場合によっては、追加の関連する解剖学的及び外科的処置情報を外科医に利用可能にすることが望ましい。一態様では、特定の患者に対して手術を計画している外科医に、その特定の患者に対して行われた以前の外科的処置の手術部位のビデオ記録を提供することが望ましい。別の態様では、特定の患者に対して計画された外科的処置と同様の、他の患者に対する外科的処置の1つ又は複数の手術ビデオ記録を外科医に提供することが望ましい。一態様では、外科医が特定の外科的処置を始める前に、そのような情報を外科医に提供することが望ましい。そして別の態様では、術中にこの情報を外科医に提供することが望ましいことがある。

20

【0005】

一態様では、様々な患者が受けた様々な処置の術中手術部位のビデオ記録を含むビデオデータベースを構成することが望ましい。一態様では、医療装置を使用する外科医が、記録中にビデオ記録をリアルタイムで強調表示し注釈を付けするのを可能にする入力をさらに含むようにビデオ記録が可能な医療装置を構成することが望ましい。一態様では、ビデオデータベースの個々の記録を検索し、関連するビデオ記録を特定し、且つ特定の外科的処置のためのこの関連情報を外科医に提供するようにコンピュータベースのパターンマッチングアルゴリズムを構成することが望ましい。

【発明の概要】

【0006】

以下の概要は、基本的な理解を与えるために本発明の主題の特定の態様を紹介する。この概要は、本発明の主題の広範な大要ではなく、重要な要素又は重大な要素を特定すること、又は本発明の主題の範囲を描写することを意図していない。この概要は本発明の主題の様々な態様及び実施形態に関連する情報を含むが、その唯一の目的は、以下のより詳細な説明の前置きとして、いくつかの態様及び実施形態を一般的な形式で提示することである。

30

【0007】

一態様では、遠隔操作手術システムと共に使用するための方法が提供される。患者の位置情報が、手術システムのセットアップ中に外科的処置のために決定される。セットアップ中に決定された患者の位置情報とそれぞれの患者の位置シグネチャとの間の一致が判定される。一致したそれぞれの患者の位置シグネチャに対応する支持アーム制御信号がセットアップ中に起動される。

40

【0008】

別の態様では、遠隔操作手術システムと共に使用するための方法が提供される。手術室のレイアウトが、手術システムのセットアップ中に外科的処置のために決定される。セットアップ中に決定された手術室のレイアウトとそれぞれの手術室のレイアウトシグネチャとの間の一致が判定される。一致したそれぞれの手術室のレイアウトシグネチャに対応する手術システムモジュール位置を表す画像が生成される。

【図面の簡単な説明】

【0009】

50

【図 1】低侵襲性遠隔操作手術システムの平面図である。

【図 2】外科医コンソールの斜視図である。

【図 3】電子機器カートの斜視図である。

【図 4】遠隔操作手術システムの概略図である。

【図 5 A】実施形態による、低侵襲性遠隔操作手術システムの患者側カートの斜視図である。

【図 5 B】いくつかの実施形態による、外科的処置中の遠隔操作手術システムの機械的支持アームの例示的な位置付けを示す例示的な簡略ブロック図である。

【図 5 C】いくつかの実施形態による、その第 1、第 2、及び第 3 のセグメントが 3 つの異なる水平位置にあるセグメント化された機械的支持アームを表す説明図である。

10

【図 5 D】いくつかの実施形態による、その第 1、第 2、及び第 3 のセグメントが 3 つの異なる水平位置にあるセグメント化された機械的支持アームを表す説明図である。

【図 5 E】いくつかの実施形態による、その第 1、第 2、及び第 3 のセグメントが 3 つの異なる水平位置にあるセグメント化された機械的支持アームを表す説明図である。

【図 5 F】いくつかの実施形態による、図 5 C～図 5 E の第 3 のセグメントの特定の詳細を表し、且つ 2 つの異なる垂直位置にある第 3 のセグメントを示す説明図である。

【図 5 G】いくつかの実施形態による、図 5 C～図 5 E の第 3 のセグメントの特定の詳細を表し、且つ 2 つの異なる垂直位置にある第 3 のセグメントを示す説明図である。

【図 6】手術用器具の正面図である。

【図 7】器具マニピュレータの斜視図である。

20

【図 8】手術計画ツールの概略図である。

【図 9】手術計画ツールを使用する方法のフロー図である。

【図 10 A】同じ外科的処置に適した同様の切開パターンを有するが、解剖学的間隔が異なるため切開部同士の間隔が異なる、異なる解剖学的寸法を有する例示的な 2 人の患者の上面図である。

【図 10 B】同じ外科的処置に適した同様の切開パターンを有するが、解剖学的間隔が異なるため切開部同士の間隔が異なる、異なる解剖学的寸法を有する例示的な 2 人の患者の上面図である。

【図 11 A】互いに異なる解剖学的寸法を有し、且つ同じ第 2 の外科的処置に適した同様の切開パターンを有する例示的な 2 人の異なる患者の上面図である。

30

【図 11 B】互いに異なる解剖学的寸法を有し、且つ同じ第 2 の外科的処置に適した同様の切開パターンを有する例示的な 2 人の異なる患者の上面図である。

【図 12 A】異なる傾斜角位置で手術室のテーブルに配置され、同じ外科的処置を受け、外科的切開部内に挿入された同じタイプの手術用器具を含む例示的な 2 人の患者の切開部の側面図である。

【図 12 B】異なる傾斜角位置で手術室のテーブルに配置され、同じ外科的処置を受け、外科的切開部内に挿入された同じタイプの手術用器具を含む例示的な 2 人の患者の切開部の側面図である。

【図 13 A】3 つの異なる手術システムモジュールの配置を表す説明図である。

【図 13 B】3 つの異なる手術システムモジュールの配置を表す説明図である。

40

【図 13 C】3 つの異なる手術システムモジュールの配置を表す説明図である。

【図 14】いくつかの実施形態によるコンピュータ可読記憶装置内の記憶アトラスを表す説明図である。

【図 15】いくつかの実施形態によるアトラス内に含まれる第 2 の情報構造の例示的な例を表す説明図である。

【図 16】いくつかの実施形態によるアトラス内に含まれる第 3 の情報構造の例示的な例を表す説明図である。

【図 17】いくつかの実施形態による、患者の解剖学的特徴情報及び患者の位置情報を機械的支持アームの位置制御信号に関連付けるための例示的な第 1 の制御信号規則情報構造を表す説明図である。

50

【図18】いくつかの実施形態による、患者の解剖学的情報、患者の位置情報、及び外科的処置のタイプに少なくとも部分的に基づいて、制御信号を生成するためのプロセスを表す例示的なフロー図である。

【図19】いくつかの実施形態による、手術室のレイアウト情報及び手術室の要員情報をシステムモジュール情報に関連付けるための例示的な第2の規則情報構造を表す説明図である。

【図20】いくつかの実施形態による、手術室のレイアウト情報、手術要員の活動情報、及び外科的処置のタイプ情報に少なくとも部分的に基づいて、推奨システムモジュール位置を表すコンピュータ表示画像情報を生成するためのプロセスを表す例示的なフロー図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明の態様、実施形態、実施態様、又は用途を示すこの説明及び添付の図面は、限定として解釈すべきではなく、特許請求の範囲は保護対象となる発明を規定する。この説明及び特許請求の範囲から逸脱することなく、様々な機械的、組成的、構造的、電気的、及び動作上の変更を行うことができる。いくつかの例では、本発明を不明瞭にしないために、周知の回路、構造、又は技術は詳細に示していないか又は説明していない。2つ以上の図中の同様の番号は、同一又は同様の要素を表す。

【0011】

一実施形態、実施態様、又は用途を参照して詳細に説明する要素は、実用的であるときはいつでも、それら要素が具体的に示され又は説明していない他の実施形態、実施態様、又は用途に含まれ得る。例えば、要素が、一実施形態を参照して詳細に説明され、第2の実施形態を参照して説明されていない場合に、それにもかかわらず、その要素は、第2の実施形態に含まれると主張することができる。こうして、以下の説明における不必要な繰返しを避けるために、1つの実施形態、実施態様、又は用途に関連して示し説明した1つ又は複数の要素は、特に他に説明しない限り、その1つ又は複数の要素が実施形態又は実施態様を非機能的にしない限り、又は2つ以上の要素が相反する機能を提供しない限り、他の実施形態、実施態様、又は態様に組み込むことができる。

20

【0012】

本発明の態様は、カリフォルニア州サニーベールのIntuitive Surgical, Inc.により市販されているda Vinci（登録商標）手術システム（具体的には、da Vinci（登録商標）Xi（商標）HD（商標）手術システムとして市販されているモデルIS4000）を使用する実施態様に関して主に説明する。しかしながら、当業者は、本明細書に開示される発明の態様が、ロボット式の、適用可能であれば非ロボット式の実施形態及び実施態様を含む様々な方法で具体化され実施され得ることを理解するであろう。da Vinci（登録商標）手術システム（例えば、モデルIS4000da Vinci（登録商標）Xi（商標）手術システム、モデルIS3000da Vinci Si（商標）手術システム）への実施態様は、単なる例示であり、本明細書に開示される発明の態様の範囲を限定するものとみなすべきではない。

30

【0013】

様々な態様に従って、本開示は、外科的処置の実行をビデオ記録するように構成された医療装置を含む手術計画ツールについて説明する。ビデオ記録は、様々なメタデータ、例えば医療従事者によってなされた強調表示を埋め込むことができる。さらに、ビデオ記録は、様々なメタデータ、例えば、ビデオの特定の主題を記述するテキスト注釈、ビデオ記録に対応する患者の身元、患者に関する経歴的又は医学的情報等でタグ付けすることができる。一態様では、タグ付けされたメタデータはビデオ記録に埋め込まれる。

40

【0014】

更なる態様によれば、手術用器具を取り付けるように構成されたロボットアームは、少なくとも1つの患者の解剖学的特徴の位置に少なくとも部分的に基づいて位置付けされる。さらに別の態様によれば、カート搭載型ロボット手術システムモジュールは、外科的処置が行われる手術室の構成に少なくとも部分的に基づいて、患者の近くに位置付けされ得

50

る。遠隔操作ロボット支援の外科的処置中に、手術用器具は、患者の解剖学的構造の切開部における手術ポートを通して患者の体腔内に延びる。切開位置及び手術ポート位置は、外科的処置のタイプ、患者の体の寸法、及び手術台上の患者の位置に少なくとも部分的に基づいて決定される。いくつかの実施形態では、手術用器具は、そのポートを取り囲む解剖学的組織への歪みを最小限にするように、手術中にポートに回転の中心軸を有するように位置付けされる。

【0015】

いくつかの実施形態では、複数のカート搭載型手術システムモジュールが、手術中に患者の周囲に配置される。手術システムモジュールのうちの1つ又は複数は、手術用器具を取り付けるように構成されたロボット手術アームを含む。いくつかの実施形態では、複数のロボット手術アームのそれぞれには異なる手術用器具が取り付けられる。外科的処置中に、各器具は、異なる手術ポートを通して患者の体腔内の異なる位置まで延びる。通常、複数の医療従事者が手術中に手術室の中を動き回る。医療従事者は、日常的な外科的活動のためにも緊急事態に対応するためにも、患者に直ぐにアクセスする必要がある。外科的処置は、例えば切断、焼灼、及び縫合等の一連の外科的活動を含み得る。異なる外科的活動は、異なる手術用器具又は手術用器具の異なる組合せの使用を必要とし得る。外科的処置中に、医療従事者は、遠隔操作手術システムを再構成するため又は他の外科的活動を行うために、手術室内で患者とカート搭載型手術システムモジュールとの間、又は複数のカート搭載型手術システムモジュール同士の間を移動して、1つ又は複数の手術ポートを介して延びる手術用器具を交換する必要がある。例えば、ある外科的活動中に使用された手術用器具は、その外科的処置が完了したときに取り外すことができ、異なる手術用器具をその場所に挿入して異なる外科的活動を行うことができる。外科的処置が行われる手術室は、カート搭載型手術システムモジュールと患者テーブルとの間、又はそのようなモジュール同士の間には十分な間隔を依然として確保して、医療従事者が手術中に手術室を自由に且つ効率的に動き回るのを可能にしながら、手術ポートへのアクセスを容易にするようにカート搭載型手術システムモジュールを位置付けするにはスペースが限られている。

【0016】

ビデオ記録、ロボット手術アームの位置付けを患者の位置及び／又は身長及び体重等の患者の身体的特性と関連付ける情報構造、及び手術システムモジュールの位置付けを手術室のレイアウトと関連付ける情報構造は、ローカルに実装される電子医療記録データベースに、又はクラウドデータストレージサービスに保管することができる。ビデオ記録は、関心のあるヘルスケア・プロバイダに利用可能にすることができる。情報構造は、手術システムセットアップガイダンスと共に使用され、ロボット手術アーム及び手術システムモジュールの位置付けを決定する。

【0017】

ヘルスケア・プロバイダは、上述したメタデータタグを使用して、ビデオ及び関心のある情報構造の関係に関する、行われる外科的処置、患者の身体特徴、及び手術室のレイアウトのうちの1つ又は複数に基づいて、医療装置データベースを検索し得る。さらに、一態様では、手術計画ツールは、コンピュータベースのパターンマッチング及び解析アルゴリズムを含む。一態様では、パターンマッチングアルゴリズムは、電子医療記録データベースに格納されているビデオを選び分けて、ビデオ記録内の視覚的特徴と医療従事者によってなされた関連するメタデータタグとの間の相関関係を特定する。手術計画ツールは、これらの相関関係を新たに遭遇する解剖学的構造に適用することができ、それによって患者の解剖学的構造、好ましい手術アプローチ、病状、潜在的な合併症等についての決定を行う際に、処置を行う医療関係者を支援する。

【0018】

別の態様では、パターンマッチングアルゴリズムは、電子医療記録データベースに格納されたビデオ及び他の記録を選び分けて、異なる患者の位置及び解剖学的構造に最も適したロボット手術アームの位置設定を特定する。さらに、パターンマッチングアルゴリズムは、電子医療記録データベースに格納されたビデオ及び他の記録を選び分けて、手術室の

10

20

30

40

50

異なるレイアウトに対して手術室空間の最も効率的な使用を促進する手術システムモジュール位置を特定する。いくつかの実施形態では、光照射走査装置（例えば、レーザ走査装置、IR走査装置、又はRF走査装置）等の走査装置を使用して、患者の身体的位置を記録し、医療従事者の動きを記録することができる。代替的又は追加的に、ビデオは、外科的処置中の医療従事者の動きの記録を提供することができる。あるいはまた、例えば、RFIDタグ等の追跡装置を医療従事者が着用してそれら従事者の動きを追跡することができる。以前の手術中の患者の身体的位置の記録を使用して、1つ又は複数のロボット手術用アームの最も効率的な設定を決定して、手術セットアップ中の器具の正確な位置付けをより迅速に達成することができる。以前の手術中の医療従事者の動きの記録を使用して、手術中の医療従事者の動きの容易さ及び速度を促進するために、手術システムモジュールの最も効率的な設定を決定することができる。

10

【0019】

低侵襲性遠隔操作手術システム

ここで図面を参照すると、いくつかの図を通して同様の参照符号が同様の部分を表している。図1は、低侵襲性遠隔操作手術システム10の平面図であり、このシステムは、典型的には、可動式手術台14に横たわっている患者12に対して低侵襲性の診断的又は外科的処置を行うために使用される。このシステムは、処置中に外科医18が使用するための可動式外科医コンソール16を含む。1人又は複数のアシスタント20も処置に参加することができる。低侵襲性遠隔操作手術システム10は、可動式患者側カート22及び可動式電子機器カート24をさらに含む。いくつかの実施形態では、テーブル14、外科医コンソール16、患者側カート22、及び電子機器カート24は、機動性を提供するホイールに取り付けられる。

20

【0020】

患者側カート22は複数のセグメント化された機械的支持アーム72を含み、各支持アームの一端部は垂直支持構造体74に回転可能に取り付けられ、他端部は取り外し可能に結合される手術用器具26を取り付ける。いくつかの実施形態では、各機械的支持アーム72は、第1のセグメント72-1、第2のセグメント72-2、及び第3のセグメント72-3を含む。外科的処置のセットアップ中に、少なくとも1つの支持アーム72の複数のセグメントを移動させて、患者12の身体の低侵襲性切開部内に挿入するための手術用器具を位置付けする。外科的処置中に、手術用器具が患者の体腔内に挿入されるが、外科医18は、外科医コンソール16を介して手術部位を見る。手術部位の画像は、立体内視鏡等の内視鏡28によって取得することができ、これは、内視鏡28を向き合せするために患者側カート22によって操作することができる。電子機器カート24に配置されたコンピュータプロセッサを使用して、手術部位の画像を処理して、外科医コンソール16を介して外科医18に後で表示することができる。一度に使用される手術用器具26の数は、一般に、他の要因の中でも診断的又は外科的処置、及び手術室内の空間制約に左右される。処置中に使用されている手術用器具26のうちの1つ又は複数を変換する必要がある場合に、アシスタント20は、手術用器具26を患者側カート22から取り外し、その手術用器具26を、手術室内のトレイ30からの別の手術用器具26と交換することができる。

30

40

【0021】

図2は、外科医コンソール16の斜視図である。外科医コンソール16は、深さ知覚を可能にする手術部位の調整された立体ビューを外科医18に提示するための左眼用ディスプレイ32と右眼用ディスプレイ34とを含む。コンソール16は、1つ又は複数の制御入力36をさらに含む。患者側カート22（図1に示される）で使用するために設置された1つ又は複数の手術用器具は、外科医18による1つ又は複数の制御入力36の操作に応答して動く。制御入力36は、それら関連する手術用器具26（図1に示される）と同じ機械的自由度を提供して、外科医18にテレプレゼンス、つまり制御入力36が器具26と一体であるという知覚を提供し、それによって外科医は器具26を直接的に制御しているという強い感覚を有することができる。この目的のために、位置、力、及び触覚フィ

50

ードバックセンサ（図示せず）を使用して、位置、力、及び触感的感覚を手術用器具 2 6 から制御入力 3 6 を介して外科医の手に戻すように伝達することができる。

【0022】

外科医コンソール 1 6 は、通常、患者と同じ部屋に位置しているので、外科医は、処置を直接的に監視し、必要に応じて物理的に立ち会い、電話又は他の通信媒体を介さずに患者側のアシスタントに直接的に話すことができる。しかし、外科医は、別の部屋、全く別の建物、又は患者から離れた他の遠隔地に位置することができ、遠隔外科的処置を可能にする。

【0023】

図 3 は電子機器カート 2 4 の斜視図である。電子機器カート 2 4 は、内視鏡 2 8 と結合することができ、且つ外科医コンソール上の外科医に又はローカル及び／又はリモートに位置する他の適切なディスプレイ等に後で表示するために、取り込んだ画像を処理するコンピュータプロセッサを含む。例えば、立体内視鏡が使用される場合に、電子機器カート 2 4 上のコンピュータプロセッサは、取り込んだ画像を処理して手術部位の調整された立体画像を外科医に提示することができる。そのような調整は、対向する画像同士の間的位置合せを含むことができ、且つ立体内視鏡の立体的な作動距離を調整することを含むことができる。他の例として、画像処理は、光学収差等の画像取込み装置の結像誤差を補償するために以前に決定されたカメラ較正パラメータの使用を含むことができる。オプションで、電子機器カート内の機器を、外科医コンソール又は患者側カートに統合してもよく、又は手術室の他の様々な位置に分布させてもよい。

【0024】

図 4 は、（図 1 の低侵襲性遠隔操作手術システム 1 0 等の）遠隔操作手術システム 5 0 を概略的に示す。外科医が（図 1 の外科医コンソール 1 6 等の）外科医コンソール 5 2 を使用して、低侵襲性処置中に（図 1 の患者側カート 2 2 等の）患者側カート 5 4 を制御することができる。患者側カート 5 4 は、立体内視鏡等の撮像装置を使用して手術部位の画像を取り込み、取り込んだ画像を（図 1 の電子機器カート 2 4 等の）電子機器カート 5 6 に配置されたコンピュータプロセッサに出力することができる。コンピュータプロセッサは、典型的に、コンピュータプロセッサの不揮発性メモリ装置に格納されたコンピュータ可読コードを実行することを目的とした 1 つ又は複数のデータ処理ボードを含む。一態様では、コンピュータプロセッサは、後続の表示の前に、取り込んだ画像を様々な方法で処理することができる。例えば、コンピュータプロセッサは、外科医コンソール 5 2 を介して組み合わされた画像を外科医に表示する前に、取り込んだ画像を仮想制御インターフェイスと重ね合わせることができる。

【0025】

追加的又は代替的に、取り込んだ画像は、電子機器カート 5 6 の外部に位置するコンピュータプロセッサによって画像処理を受けることができる。一態様では、遠隔操作手術システム 5 0 は、電子機器カート 5 6 に配置されたコンピュータプロセッサと同様のオプションのコンピュータプロセッサ 5 8（破線で示される）を含み、患者側カート 5 4 は、外科医コンソール 5 2 に表示する前に、画像処理のために取り込んだ画像をコンピュータプロセッサ 5 8 に出力する。別の態様では、取り込んだ画像は、最初に電子機器カート 5 6 上のコンピュータプロセッサによる画像処理を受け、次に外科医コンソール 5 2 に表示する前に、コンピュータプロセッサ 5 8 による追加の画像処理を受ける。遠隔操作手術システム 5 0 は、破線で示されるように、オプションのディスプレイ 6 0 を含むことができる。ディスプレイ 6 0 は、電子機器カート 5 6 上に配置されたコンピュータプロセッサ及びコンピュータプロセッサ 5 8 と結合され、これらのコンピュータプロセッサによって処理された取り込んだ画像は、外科医コンソール 5 2 のディスプレイ上に表示されることに加えてディスプレイ 6 0 上に表示され得る。

【0026】

図 5 A は、実施形態による、低侵襲性遠隔操作手術システム 1 0 の患者側カート 5 4 の斜視図である。患者側カート 5 4 は、4 つの機械的支持アーム 7 2 を含む。器具の動きを

10

20

30

40

50

制御するためのモータを含む手術用器具マニピュレータ 73 は、各支持アームアセンブリ 72 の端部に取り付けられる。さらに、手術のために患者に対して取り付けられた手術用器具マニピュレータ 73 を位置付けするために使用される 1 つ又は複数のセットアップ関節（例えば、電力が供給されない及び／又はロック可能）を含むことができる。図示されるように、患者側カート 54 は床に置かれる。他の実施形態では、患者側カートの作動部分は、壁に、天井に、患者の身体 12 も支持する手術台 14 に、又は他の手術室の機器に取り付けることができる。さらに、患者側カート 54 が 4 つの手術用器具マニピュレータ 73 を含むように示されているが、より多い又はより少ない手術用器具マニピュレータ 73 を使用してもよい。

【0027】

機能的な遠隔操作手術システムは、一般に、遠隔操作手術システムのユーザが患者の身体 12 の外部から手術部位を見ることができるようにする視覚システム部分を含むであろう。視覚システムは、典型的に、ビデオ画像を取り込むためのカメラ器具 26 C と、取り込んだビデオ画像を表示するための 1 つ又は複数のビデオ画面とを含む。いくつかの手術システム構成では、カメラ器具 26 C は、カメラ器具 26 C の先端部から患者の身体 12 の外部の 1 つ又は複数の撮像センサ（例えば、CCD 又は CMOS センサ）に画像を転送する光学系を含む。あるいはまた、撮像センサ（複数可）をカメラ機器 26 C の先端部に位置付けすることができ、センサ（複数可）によって生成された信号を、処理するためにリード線に沿って又は無線で送信し、1 つ又は複数のビデオ画面上に表示することができる。ビデオ画面の一例は、カリフォルニア州サニーベールの Intuitive Surgical, Inc. に

【0028】

図 5 A を参照すると、患者の身体 12 内の手術部位で動作する手術用器具 26 が、各手術用器具マニピュレータ 73 に取り付けられる。各手術用器具マニピュレータ 73 は、関連する手術用器具が 1 つ又は複数の機械的自由度（例えば、合計 6 つのデカルト自由度、5 つ以下のデカルト自由度等）で動くことができる様々な形態で提供することができる。典型的には、機械的制約又は制御的制約は、各マニピュレータ 73 が、患者に対して静止したままである器具上の運動中心の周りにその関連する手術用器具を動かすことを制限し、この運動中心は、典型的には、器具が身体に入る位置にある。

【0029】

一態様では、手術用器具 26 はコンピュータ支援遠隔操作によって制御される。機能的な低侵襲性遠隔操作手術システムは、遠隔操作手術システムのユーザ（例えば、外科医又は他の医療関係者）からの入力を受け取る制御入力を含む。制御入力は、手術用器具 26 が結合される 1 つ又は複数のモータ等の、1 つ又は複数のコンピュータ制御される遠隔操作アクチュエータと通信している。このようにして、手術用器具 26 は、医療関係者の制御入力の動きにตอบสนองして動く。一態様では、1 つ又は複数の制御入力が、図 2 に示される外科医コンソール 16 等の外科医コンソールに含まれる。外科医は外科医コンソール 16 の制御入力 36 を操作して患者側カート 54 の遠隔操作アクチュエータを動作させることができる。遠隔操作アクチュエータによって生成された力は、遠隔操作アクチュエータから手術用器具 26 に力を伝達する駆動トレイン機構を介して伝達される。

【0030】

図 5 A を参照すると、一態様では、手術用器具 26 及びカニユーレ 27 は、手術用器具 26 がカニユーレ 27 を通して挿入された状態で、マニピュレータ 73 に取り外し可能に結合される。マニピュレータ 73 の 1 つ又は複数の遠隔操作アクチュエータは手術用器具 26 を全体として動かす。マニピュレータ 73 は器具キャリアッジ 75 をさらに含む。手術用器具 26 は器具キャリアッジ 75 に着脱可能に接続される。一態様では、器具キャリアッジ 75 は、いくつかのコントローラ動作を提供する 1 つ又は複数の遠隔操作アクチュエータを内部に収容し、手術用器具 26 はその動作を手術用器具 26 上のエンドエフェクタの様々な動きに変換する。こうして、器具キャリアッジ 75 内の遠隔操作アクチュエータは、器

具全体としてではなく、手術用器具 26 の 1 つ又は複数の構成要素だけを動かす。器具を全体として又は器具の構成要素を制御するための入力は、外科医又は他の医療関係者によって制御入力に提供される入力（「マスター」コマンド）が、手術用器具による対応する動作（「スレーブ」応答）に変換されるようなものである。

【0031】

代替実施形態では、器具キャリッジ 75 は遠隔操作アクチュエータを収容しない。手術用器具 26 のエンドエフェクタの様々な動きを可能にする遠隔操作アクチュエータは、器具キャリッジ 75 から離れた位置、例えば患者側カート 54 の他の場所に収容される。ケーブルベースの力伝達機構等を使用して、遠隔に位置する遠隔操作アクチュエータのそれぞれの動きを、器具キャリッジ 75 に配置された対応する器具インターフェイスアクチュエータ出力に伝達する。いくつかの実施形態では、手術用器具 26 は、手術用器具の長手方向（z 軸）回転等の第 1 の運動を制御する第 1 のアクチュエータに機械的に結合される。手術用器具 26 は、手術用器具の二次元（x、y）運動等の第 2 の運動を制御する第 2 のアクチュエータに機械的に結合される。手術用器具 26 は、開閉又は顎部エンドエフェクタ等の手術用器具の第 3 の運動を制御する第 3 のアクチュエータに機械的に結合される。

【0032】

図 5 B は、いくつかの実施形態による、外科的処置中の遠隔操作手術システム 10 の機械的支持アーム 72 A ~ 72 C の例示的な位置付けを示す例示的な簡略ブロック図である。いくつかの実施形態では、患者側システム 54 は、少なくとも 3 つの機械的支持アーム 72 A ~ 72 C を含む。いくつかの実施形態では、機械的支持アーム 72 A ~ 72 C のそれぞれは、回転可能に取り付けられた第 1、第 2、及び第 3 のセグメント 72-1、72-2、及び 72-3 を含む。中央に位置する機械的支持アーム 72 は、カメラの視野内の画像を取り込むのに適した内視鏡カメラ 26 C を支持することができる。中心から左右にある機械的支持アーム 72 は、それぞれ器具 26 A 及び 26 B を支持することができる。器具 26 A 及び 26 B は解剖学的組織を操作することができる。外科的処置のセットアップ中に、外科医によるロボット支援操による医療処置を行うために、支持アームセグメントは内視鏡及び器具を正確な位置及び向きに支持するように予め位置付けされる。

【0033】

ユーザ又はオペレータ O（一般に外科医）は、マスター制御コンソール 16 で取っ手及びフットペダル等の制御入力装置 36 を操作することによって患者 P に対して外科的処置を行う。オペレータは、立体表示ビューア 31 によって患者の身体内部の手術部位の画像のビデオフレームを見ることができる。コンソール 16 のコンピュータプロセッサ 58 は、制御ライン 159 を介して遠隔操作によって制御される内視鏡手術用器具 26 A ~ 26 C の動きを指示し、患者側システム 24（患者側カートとも呼ばれる）を使用して器具の動きをもたらす。

【0034】

図 5 C ~ 図 5 E は、いくつかの実施形態による、第 1、第 2、及び第 3 のセグメント 72-1、72-2、及び 72-3 が 3 つの異なる水平位置にある、セグメント化された機械的支持アーム 72 を表す説明図である。説明を簡潔にするために、1 つの機械的支持アームのみが示されているが、手術システムは図 1 に示されるように複数の支持アームを含む。第 1 のセグメント 72-1 は、第 1 の端部 81-1 と第 2 の端部 81-2 とを含む。第 2 のセグメント 72-2 は、第 1 の端部 82-1 と第 2 の端部 82-2 とを含む。第 3 のセグメント 72-3 は、第 1 の端部 83-1 と第 2 の端部 83-2 とを含む。

【0035】

第 1 のセグメント 72-1 は、垂直支持構造 74 においてそれぞれの垂直軸線 91 の周りに水平方向に回転するようにその第 1 の端部 81-1 に回転可能に取り付けられる。第 2 のセグメント 72-2 は、対応する第 1 のセグメント 72-1 の第 2 の端部 81-2 においてそれぞれの垂直軸線 92 の周りに水平方向に回転するようにその第 1 の端部 82-1 に回転可能に取り付けられる。第 3 のセグメント 72-3 は、その対応する第 2 のセグメント 72-2 の第 2 の端部 82-2 においてそれぞれの垂直軸線 93 の周りに水平方向

に回転するようにその第1の端部83-1に取り付けられる。

【0036】

図5Cは、セグメント化された機械的支持アーム72の3つのセグメントが（図面の視点から）右側に完全に延びた状態を示す説明図である。図5Dは、図5Cのそれらの位置に対して、第1のセグメント72-1が垂直軸線91の周りに時計回りに回転し、第2のセグメント72-2が垂直軸線92の周りに反時計回りに回転し、第3のセグメント72-3の回転位置が第2のセグメント72-2に対して変化しない状態を示す説明図である。図5Eは、図5Aのそれらの位置に対して、第1のセグメント72-1が垂直軸線91の周りに反時計回りに回転し、第2のセグメント72-2が垂直軸線92の周りに時計回りに回転し、第3のセグメント72-3の回転位置が第2のセグメント72-2に対して変化しない状態を示す説明図である。

10

【0037】

図5F～図5Gは、いくつかの実施形態による、図5C～図5Eの第3のセグメント72-3の特定の詳細を表し、器具マニピュレータとも呼ばれる第3のセグメント72-3を2つの異なる垂直位置で示す説明図である。第3の機械的支持アームセグメント72-3は、第1、第2、第3、及び第4のサブセグメント101～104を含む。第1のサブセグメント101は、第1の端部101-1と第2の端部101-2とを含む。第2のサブセグメント102は、第1の端部102-1と第2の端部102-2とを含む。第3のサブセグメント103は、第1の端部103-1と第2の端部103-2とを含む。第4のサブセグメント104は、第1の端部104-1と第2の端部104-2とを含む。

20

【0038】

第1のサブセグメント101は、第2のセグメント72-2の第2の端部82-2においてそれぞれの水平軸線111の周りに垂直方向に回転するようにその第1の端部101-1に回転可能に取り付けられる。第2のサブセグメント102は、第1のサブセグメント101の第2の端部101-2においてそれぞれの水平軸線112の周りに垂直方向に回転するようにその第1の端部102-1に回転可能に取り付けられる。第3のサブセグメント103は、第2のサブセグメント102の第2の端部102-2においてそれぞれの水平軸線113の周りに垂直方向に回転するようにその第1の端部103-1に回転可能に取り付けられる。第4のサブセグメント104は、第3のサブセグメント103の第2の端部103-2においてそれぞれの水平軸線113の周りに垂直方向に回転するようにその第1の端部104-1に回転可能に取り付けられる。いくつかの実施形態によれば、第4のサブセグメント104は、外科的処置中に手術用器具を堅く取り付けるための取付け構造120を含む。

30

【0039】

図5Fは、いくつかの実施形態による、第3の機械的支持アームセグメント72-3の4つのサブセグメントが実質的に折り畳まれ又は縮小した構成位置にある状態を示す説明図である。図5Gは、いくつかの実施形態による、第3の機械的支持アームセグメント72-3の4つのサブセグメントが部分的に構成位置にある状態を示す説明図である。より具体的には、図5Gでは、第1のサブセグメント101の水平軸線111の周りの回転位置は、図5Fのその回転位置に対して変化していない。第2のサブセグメント102は、図5Fのその回転位置に対して水平軸線112の周りに時計回りに回転している。第3のサブセグメント103は、図5Fのその回転位置に対して水平軸線113の周りに反時計回りに回転している。第4のサブセグメント104は、図5Fのその回転位置に対して水平軸線114の周りに時計回りに回転している。

40

【0040】

図6は、細長いチューブの中心線軸611を有する細長いチューブ610によって結合された先端部650及び基端側制御機構640を含む手術用器具26の側面図である。手術用器具26は、患者の身体内に挿入されるように構成され、且つ外科的又は診断的処置を行うために使用される。手術用器具26の先端部650は、示される鉗子、針ドライバ、焼灼装置、切断ツール、撮像装置（例えば、内視鏡又は超音波プローブ）等の任意の様

50

々なエンドエフェクタ 6 5 4 を提供することができる。手術用エンドエフェクタ 6 5 4 は、開閉する顎部、又は経路に沿って並進するナイフ等の機能的な機械的自由度を含むことができる。図示される実施形態では、エンドエフェクタ 6 5 4 は、エンドエフェクタを細長いチューブの中心線軸 6 1 1 に対して向き合わせるのを可能にする手首 6 5 2 によって細長いチューブ 6 1 0 に結合される。手術用器具 2 6 は、永久的なものでも、手術用器具 2 6 を操作するように構成された手術システムによって変更可能 (updatable) なものでもよい格納された (例えば、器具に関連する半導体メモリに格納された) 情報も含むことができる。従って、手術システムは、手術用器具 2 6 と手術システムの 1 つ又は複数の構成要素と間の一方又は双方向の情報通信を提供し得る。

【0041】

図 7 は、いくつかの実施形態による、手術用器具マニピュレータとも呼ばれる第 3 のアームセグメント 7 2-3 の斜視図である。第 3 のアームセグメント 7 2-3 は、手術用器具が設置されていない状態で示されている。第 3 のアームセグメント 7 2-3 は、図 5 F ~ 図 5 G を参照して図示及び説明したように水平軸線 1 1 1 ~ 1 1 4 の周りに回転可能に取り付けられた第 1、第 2、第 3、及び第 4 のサブセグメント 1 0 1 ~ 1 0 4 を含む。第 3 のアームセグメント 7 2-3 は、手術用器具 (例えば、手術用器具 2 6) を着脱可能に接続することができる器具キャリッジ 7 5 をさらに含む。器具キャリッジ 7 5 は、複数の遠隔操作アクチュエータを収容する。各遠隔操作アクチュエータは、アクチュエータ出力 7 0 5 を含む。手術用器具が器具マニピュレータ 7 2-3 に設置されると、器具の基端側制御機構 (例えば、図 6 の基端側制御機構 6 4 0) の 1 つ又は複数の器具入力 (図示せず) は、対応するアクチュエータ出力 7 0 5 に機械的に結合される。一態様では、この機械的結合は直接的であり、アクチュエータ出力 7 0 5 は対応する器具入力に直接的に接触する。別の態様では、この機械的結合は、第 3 のセグメント / 器具マニピュレータ 7 2-3 と、関連する手術用器具との間に滅菌バリアを提供するように構成されたドレープの構成要素等の中間インターフェイスを介して生じる。

【0042】

一態様では、対応する遠隔操作アクチュエータによる 1 つ又は複数の器具入力の動きは、手術用器具の機械的自由度の動きをもたらす。例えば、一態様では、器具マニピュレータ 7 2-3 に設置された手術用器具は、図 6 に示される手術用器具 2 6 である。図 6 を参照すると、一態様では、対応する遠隔操作アクチュエータによる基端側制御機構 6 4 0 の 1 つ又は複数の器具入力の動きによって、細長いチューブの中心線軸 6 1 1 の周りで基端側制御機構 6 4 0 に対して細長いチューブ 6 1 0 (及び取り付けられた手首 6 5 2 及びエンドエフェクタ 6 5 4) を回転させる。別の態様では、対応する遠隔操作アクチュエータによる 1 つ又は複数の器具入力の動きは、手首 6 5 2 の動きをもたらす、細長いチューブの中心線軸 6 1 1 に対してエンドエフェクタ 6 5 4 を向き合わせる。別の態様では、対応する遠隔操作アクチュエータによる 1 つ又は複数の器具入力の動きは、エンドエフェクタ 6 5 4 の 1 つ又は複数の可動要素 (例えば、顎部材、ナイフ部材等) の動きをもたらす。従って、器具マニピュレータ 2 6 に設置された手術用器具の様々な機械的自由度を、器具キャリッジ 7 5 の遠隔操作アクチュエータの動作によって動かすことができる。

【0043】

記録されたビデオに注釈を付ける

図 8 は、例示的な手術計画ツール 8 0 0 の概略図を示す。一態様では、手術計画ツール 8 0 0 は、電子医療装置記録データベース 8 3 0 とデータ通信する遠隔操作手術システム 8 5 0 を含む。ここに示される遠隔操作手術システム 8 5 0 は、図 4 に示される遠隔操作手術システムと同様である。一態様では、電子医療記録データベース 8 3 0 は、特定の病院で治療を受けたことのある患者の医療記録を含む。データベース 8 3 0 は、病院の敷地内に配置されたサーバ上に実装することができる。データベース 8 3 0 に含まれる医療記録エントリは、病院のコンピュータからイントラネット・ネットワークを介してアクセスすることができる。あるいはまた、データベース 8 3 0 は、例えば多数のクラウドデータストレージサービスのうちの 1 つを使用して、病院から離れた場所に配置されたりリモート

10

20

30

40

50

サーバ上に実装することができる。この場合に、データベース 830 の医療記録エントリは、クラウドサーバに格納され、インターネットアクセスを有するコンピュータによってアクセスすることができる。

【0044】

一態様では、外科的処置が、遠隔操作手術システム 850 を使用して第 1 の患者に対して行われる。遠隔操作手術システム 850 に関連する撮像装置は、手術部位の画像を取り込み、取り込んだ画像を外科医コンソールのディスプレイにビデオのフレームとして表示する。一態様では、外科医コンソール 52 の医療関係者は、外科医コンソール 52 の入力装置を使用して、表示されたビデオに示される特定の患者の解剖学的構造を強調表示又は注釈付けする。入力装置等の例は、図 2 に示される制御入力 36 であり、これは、表示されたビデオにオーバーレイされたグラフィックユーザインターフェイスと関連して動作するカーソルに結合される。グラフィックユーザインターフェイスは、QWERTY キーボード、マウス及び対話型スクリーンディスプレイ等のポインティングデバイス、タッチスクリーンディスプレイ、或いはデータ又はテキスト入力のための他の手段を含むことができる。従って、医療関係者は、表示された画像内の関心のある特定の組織を強調表示する、又はテキスト注釈を入力することができる。

【0045】

一態様では、手術部位のビデオは、電子機器カート 56 上に配置されたディスプレイにさらに表示される。一態様では、電子機器カートのディスプレイは、電子機器カートのディスプレイで見えるために表示される画像に示される解剖学的構造の特定部分を医療関係者が強調表示し注釈を付けるために使用できるタッチスクリーンユーザインターフェイスである。ユーザは、タッチスクリーンユーザインターフェイスに表示される患者の解剖学的構造の部分にタッチすることによって、表示されている画像の部分の強調表示することができる。さらに、QWERTY キーボードを含むグラフィックインターフェイスを表示画像上にオーバーレイすることができる。ユーザは QWERTY キーボードを使用してテキスト注釈を入力することができる。

【0046】

一態様では、遠隔操作手術システム 850 に関連する撮像装置によって取り込まれた手術部位のビデオは、遠隔操作手術システム 850 によって記録され、リアルタイム又はほぼリアルタイムでユーザに表示されることに加えてデータベース 830 に格納される。ユーザによってなされた記録されたビデオに関連する強調表示及び／又は注釈もデータベース 830 に格納することができる。一態様では、ユーザによってなされた強調表示は、データベース 830 に格納する前に記録されたビデオに埋め込まれる。後で、記録したビデオを視聴用に検索することができる。一態様では、記録されたビデオの視聴者は、強調表示を表示するか、又は表示を抑制するかを選択することができる。同様に、記録されたビデオに関連付けられた注釈もデータベース 830 に格納することができる。一態様では、ユーザによってなされた注釈は、記録されたビデオをタグ付けするために使用され、その注釈を使用して、記録されたビデオに含まれる主題を特定する手段として提供することができる。例えば、1 つの注釈は特定の病状の状態を記述してもよい。この注釈は記録したビデオにタグを付けるために使用される。後で、この病状に関する記録した処置を見たいと望む人は、キーワード検索を使用してビデオを見つけることができる。

【0047】

保存ビデオの検索

場合によっては、医療関係者が、所与の患者に対して行われた過去の外科的処置のビデオ記録を見ることができることが望ましい。一態様では、病状を治療するために以前に第 1 の外科的処置を受けた患者は、その後、同じ病状の再発を治療するため、又は第 1 の外科的処置の手術部位の近くに位置する解剖学的構造を治療するために第 2 の外科的処置を必要とする。一態様では、第 1 の外科的処置の手術部位のイベントは、手術部位のビデオ記録に取り込まれ、そのビデオ記録は、患者の電子医療記録の一部としてデータベース 830 に保管された。患者に対して第 2 の外科的処置を行う前に、医療関係者はデータベー

10

20

30

40

50

ス 8 3 0 の検索を行って、患者の以前の外科的処置のビデオ記録を見つけることができる。
【 0 0 4 8 】

場合によっては、患者に対して外科的処置を行うことを計画している医療関係者にとって、患者と同様の特定の特徴を有する人に対して行われた同様の外科的処置のビデオ記録を見ることができるようにすることが望ましい。一態様では、外科的処置の手術部位のビデオ記録は、各ビデオ記録がデータベース 8 3 0 に保管される前に、患者の年齢、性別、肥満度指数、遺伝情報、患者が受けた処置の種類等のメタデータ情報でタグ付けすることができる。一態様では、ビデオ記録をタグ付けするために使用されるメタデータ情報は、患者のその時点で存在している医療記録から自動的に検索され、次にそのメタデータ情報は、ビデオ記録をデータベース 8 3 0 に保管する前にビデオ記録をタグ付けするために使用される。従って、患者に医療処置を行う前に、医療関係者は、患者と共通の特定の特徴を共有する患者に対して行われた同様の処置のビデオ記録をデータベース 8 3 0 で検索することができる。例えば、医療関係者が、肥満度指数が高い 6 5 歳の男性患者に遠隔操作手術システム 8 5 0 を使用して前立腺摘除術を行うことを計画している場合に、医療関係者は、同様に肥満度指数が高く、同様の年齢の他の男性に対して遠隔操作手術システム 8 5 0 を使用して行われた前立腺摘除術の手術部位のビデオ記録をデータベース 8 3 0 で検索することができる。

10

【 0 0 4 9 】

一態様では、外科的処置のビデオ記録は、データベース 8 3 0 によってオプションのパーソナルコンピュータ 8 2 0 に（破線で示されるように）通信され、外科的処置を行うことを計画している医療関係者に閲覧可能にされる。追加的又は代替的に、以前の外科的処置のビデオ記録は、データベース 8 3 0 によって遠隔操作手術システム 8 5 0 に通信され、術前又は術中に閲覧可能にされ得る。一態様では、ビデオ記録は、遠隔操作手術システム 8 5 0 によって外科医コンソール 5 2 に配置されたディスプレイに表示される。別の態様では、第 1 の外科的処置のビデオ記録は、電子機器カート 5 6 に配置されたディスプレイに表示される。

20

【 0 0 5 0 】

クラウドベースのビデオデータベース

一態様では、データベース 8 3 0 は、クラウドデータストレージサービスを使用してリモートサーバ上に実装され、複数のヘルスケア・プロバイダによってアクセス可能である。図 8 を参照すると、破線で示されるように、手術計画ツール 8 0 0 は、オプションで（破線で示されるような）遠隔操作手術システム 8 5 0 と（破線で示されるような）パーソナルコンピュータ 8 4 0 とを含む。一態様では、遠隔操作手術システム 8 5 0 及びパーソナルコンピュータ 8 2 0 が第 1 のヘルスケア・プロバイダに位置しており、遠隔操作手術システム 8 5 0 及びパーソナルコンピュータ 8 4 0 が第 2 のヘルスケア・プロバイダに位置していることを除いて、遠隔操作手術システム 8 5 0 は遠隔操作手術システム 8 5 0 と同様であり、パーソナルコンピュータ 8 4 0 はパーソナルコンピュータ 8 2 0 と同様である。一態様では、第 1 の患者は、病状について外科的治療を必要とし、そして第 1 のヘルスケア・プロバイダで遠隔操作手術システム 8 5 0 を使用して外科的処置を受ける。外科的処置のビデオ記録はデータベース 8 3 0 に保管される。その後、第 2 の患者が、同じ病状についての外科的治療を必要とし、そして第 2 のヘルスケア・プロバイダで遠隔操作手術システム 8 5 0 を使用して外科的治療を受けることを計画する。第 2 の患者に対して外科的処置を行う前に、医療関係者は、安全なインターネット接続を介してデータベース 8 3 0 にアクセスし、同様の処置の手術部位のビデオ記録をデータベース 8 3 0 で検索する。一態様では、第 2 の患者を治療している医療関係者は、第 1 の患者の身元について知ることなく、データベース 8 3 0 から第 1 の患者の外科的処置のビデオ記録を検索することができる。このようにして、第 1 の患者のプライバシーが守られる。一態様では、第 1 の患者の外科的処置のビデオ記録は、第 1 の患者を治療した医療関係者によってなされた強調表示及び／又は注釈を含む。

30

40

【 0 0 5 1 】

50

コンピュータベースのパターンマッチング及び解析

手術計画ツール 800 は、コンピュータ実行可能コードの形で実装されるパターンマッチング及び解析アルゴリズムを含み得る。一態様では、パターンマッチング及び解析アルゴリズムは、手術計画ツール 800 の不揮発性メモリ装置に格納され、データベース 830 に保管されているビデオ記録を解析するように構成される。前述したように、データベース 830 に保管された各ビデオ記録は、特定のメタデータ情報でタグ付け及び／又は埋め込まれ得る。このメタデータ情報には、患者の年齢、性別等の患者情報、及び患者の健康状態又は病歴を記述する他の情報を含めることができる。さらに、前述したように、メタデータ情報は、医療関係者によってなされた強調表示又は注釈を含むことができる。一態様では、これらの強調表示及び注釈は、ビデオ記録に埋め込まれ、ビデオとともにデータベース 830 に保管される。

10

【0052】

一態様では、パターンマッチング及び解析アルゴリズムは、データベース 830 に格納された複数のビデオ記録の間で共有される形状及び色のパターンを識別する画像解析コンポーネントを含む。次に、パターンマッチング及び解析アルゴリズムは、ビデオ記録のこのサブセットに関連するタグ付けされたメタデータを検討し、このサブセット内で、単語又はフレーズがビデオに頻繁に関連付けられているかどうかを判断する。パターンマッチング及び解析アルゴリズムによって行われるこれらの解析は、患者の解剖学的構造、好ましい外科的アプローチ、病状、潜在的な合併症等についての決定を行う際に医療関係者を補助するために使用することができる。

20

【0053】

手術計画ツールの使用方法

図 9 は、手術計画ツールを使用する方法 900 を示す。一態様では、手術計画ツールは、図 8 の手術計画ツール 800 と同様である。910 において、医療患者を記述する事実又は特性、例えば患者が罹患している病状が医療装置によって受信される。医療装置は、遠隔操作手術システム（例えば、図 1 の遠隔操作手術システム 10 又は図 4 の遠隔操作手術システム 50）に配置されたユーザインターフェイスを介して、或いは図 2 のパーソナルコンピュータ 820 と同様のパーソナルコンピュータを介してこの事実又は状況を受信することができる。920 において、医療装置は、910 で受信した事実又は特徴を使用して、外科的処置の少なくとも 1 つの関連するビデオ記録を医療装置データベースから検索する。930 において、医療装置は、ビデオ記録を使用して手術計画情報を決定する。一態様では、手術計画情報は、記録された処置で使用された器具の種類を含む。940 において、医療装置は、930 で決定された手術計画情報をユーザに表示する。

30

【0054】

機械的支持アームの位置付け及び手術システムモジュールの位置付け

外科的処置中のそれらの複数のサブセグメント 72-1、72-2、72-3 の位置付けを含む機械的手術用アーム 72 の位置付けは、例えば外科的処置のタイプ、患者の解剖学的特徴、患者の体の位置、手術室のレイアウト等の様々な要因に依存し得ることが理解されよう。異なる手術は、異なる外科的切開パターンを伴うことがある。患者の解剖学的構造が異なると、外科的処置で使用される切開部同士の間隔が異なる可能性がある。異なる患者は、手術中に手術室のテーブルに対して異なる体の位置又は向きを必要とし得る。手術室のレイアウトが異なると、手術室のレイアウトによってもたらされる物理的な制限に対処するために、機械的手術用アームを再配置する必要がある。

40

【0055】

図 10A～図 10B は、同じ第 1 の外科的処置に適した同様の切開パターンを有するが、解剖学的間隔が異なるために切開部同士の間隔が異なる、異なる解剖学的寸法を有する例示的な 2 人の患者 1202、1206 の例示的な上面図である。図 10A は、より小さい解剖学的寸法を有し、第 1 の間隔を有する第 1 のパターンの第 1 の外科的切開部 1204 を有する第 1 の患者 1202 を表す説明図である。図 10B は、より大きな解剖学的寸法を有し、第 2 の間隔を有する第 1 のパターンの第 2 の切開部 1208 を有する第 2

50

の患者 1206 を表す説明図である。各患者は同じ手術を受けるので、第 1 の患者 1202 の第 1 の切開部 1204 と第 2 の患者 1206 の第 2 の切開部 1208 とのパターンは同様であることが理解されよう。しかしながら、第 1 の患者 1202 の第 1 の切開部 1204 と第 2 の患者 1206 の第 2 の切開部 1208 との間の間隔は、2 人の患者の解剖学的寸法が異なるために異なる。その複数のサブセグメント 72-1、72-2、72-3 のそれぞれを含む図 5A～図 5G の複数の機械的支持アーム 72 のそれぞれは、器具 26 を第 1 の患者 1202 の第 1 の切開部 1204 内に挿入するように配置し、器具 26 を第 2 の患者の第 2 の切開部に挿入するために異なる位置に設定されることが理解されよう。機械的支持アームの設定情報は、プロセッサ 58 を使用して、例えば以下でより十分に説明するようにコンピュータ可読記憶装置に記録される。

10

【0056】

図 11A～図 11B は、互いに異なる解剖学的寸法を有し、同じ第 2 の外科的処置に適した同様の切開パターン 1214、1218 を有する例示的な 2 人の異なる患者 1212、1216 の例示的な上面図である。第 3 及び第 4 の患者 1212、1216 は、体の大きさが異なることによって解剖学的間隔が異なるために、それら切開部同士の間隔が異なる。図 11A に示される第 2 の外科的処置の切開パターンは、図 10A～図 10B に示される第 1 の外科的処置の切開パターンとは異なることが分かる。図 5A～図 5G の複数の機械的支持アーム 72 の位置は、第 1 の外科的処置と第 2 の外科的処置とでは異なることが理解されよう。機械的支持アームの設定情報は、プロセッサ 58 を使用して、例えば以下でより十分に説明するようにコンピュータ可読記憶装置に記録される。

20

【0057】

図 12A～図 12B は、同じ外科的処置を受け、同じタイプの手術用器具が外科的切開部内に挿入された、異なる傾斜角位置で手術室テーブル 14 上に配置された例示的な 2 人の患者 1302、1306 の側面図である。図 12A は、手術台 14 上に横たわっており、頭部、腹部、及び脚部が水平になるように地面に対して平行に整列された例示的な第 1 の患者 1302 を示す説明図である。4 つの手術用器具が、外科的処置に使用するために、第 1 の患者の身体の外科的切開部に挿入される。図 12B は、手術台 14 上に横たわっており、頭部がより高く持ち上げられ、脚部がより低くなるような角度で傾斜された例示的な第 2 の患者 1306 を示す説明図である。4 つの手術用器具が、外科的処置に使用するために、第 2 の患者の身体の外科的切開部内に挿入される。その複数のサブセグメント 72-1、72-2、72-3 のそれぞれを含む図 5A～図 5G の複数の機械的支持アーム 72 のそれぞれは、器具 26 を第 1 の患者 1202 の切開部内に挿入するように配置し、器具 26 を第 2 の患者 1204 の切開部内に挿入するために異なる位置に設定されることが理解されよう。異なる角度の範囲は、例えば第 1 の患者 1302 に対して真っ直ぐな 0° の範囲、第 2 の患者 1306 に対して下向き 30 度の範囲が使用され得る。そのような場合に、アーム 72 の運動学を使用して、内視鏡の構成に対応する患者 1306 のアーム構成を再調整することができる。機械的支持アームの設定情報は、プロセッサ 58 を使用して、例えば以下でより十分に説明するようにコンピュータ可読記憶装置に記録される。

30

【0058】

マスター制御コンソール 16、手術用器具トレイ 30、電子機器カート 24、及び患者側カート 54 の位置付けを含むような手術システムモジュールの位置付けは、例えば外科的処置のタイプ、手術室のレイアウト、及び手術中の手術室の要員の行動パターン等の様々な要因に依存し得ることが理解されよう。手術室のレイアウトが異なると、手術室内の固定具が異なるために、システムモジュールの位置付けを異なるようにする必要性があり得る。例えば、外科的処置中の要員の効率的且つ安全な移動を容易にするために、手術室の要員の異なる行動パターンは、システムモジュールの異なる位置付けを必要とし得る。

40

【0059】

図 13A～図 13C は、3 つの異なる手術システムモジュールの配置を表す説明図である。図 13A は、手術室が図示されるように配置された固定具 F1～F3 を含み、手術システムモジュール 16、30、24、及び 54 が図示されるように第 1 の配置で位置付け

50

されている説明図である。固定具は、例えば、ポール、キャビネット、又は壁等の構造物、或いは電気コンセント等の障害物を含み得る。図 1 3 B は、手術室が図 1 3 A に配置された固定具 F 1 ～ F 3 を含み、図示されるように配置された固定具 F 4 も含み、手術システムモジュール 1 6、3 0、2 4、及び 5 4 が図示されるように第 2 の配置で位置付けられている説明図である。図 1 3 C は、手術室が図示されるように配置された固定具 F 5 ～ F 7 を含み、手術システムモジュール 1 6、3 0、2 4、及び 5 4 が図示されるように第 3 の配置で位置付けられている説明図である。

【 0 0 6 0 】

図 5 A ～図 5 B を再び参照すると、いくつかの実施形態による、手術室内の物体の位置を感知するための位置センサ 1 0 0 0 が示されている。手術中に、位置センサ 1 0 0 0 は、患者の位置、手術室の固定具の位置、システムモジュールの位置、及び手術室の要員の位置を感知する。図 5 A ～図 5 B は、患者への視線を有するような高さで四隅に配置された位置センサ 1 0 0 0 を示す。図 5 B では、4 つのセンサ 1 0 0 0 のうち 2 つだけが見える。位置センサは、体表面、手術室テーブル上の患者の骨格の姿勢、及び患者の解剖学的構造に対する手術システムの相対的な姿勢等の患者の解剖学的特徴の位置を示す情報を生成する。いくつかの実施形態では、位置センサは、手術室及びその内在物を走査して室内の品目の位置を決定するレーザ走査センサを含む。いくつかの実施形態では、位置センサ 1 0 0 0 は赤外線 (I R) 走査センサを含む。感知した患者の位置情報、手術室のレイアウト、及びシステムモジュールの位置を示す情報は、プロセッサ 5 8 を使用して、例えば以下でより十分に説明するようにコンピュータ可読記憶装置に記録される。いくつかの実施形態では、手術要員は、手術室内の要員を識別するために追跡することができる R F I D タグを身に付けている。

【 0 0 6 1 】

図 1 4 は、いくつかの実施形態による、コンピュータ可読記憶装置 1 0 0 4 内の記憶アトラス (storage atlas) 1 0 0 2 を表す説明図である。記憶アトラス 1 0 0 2 は、以前行った外科的処置の例を示す第 1 の情報構造 1 0 0 6 を含む。第 2 の情報構造 1 0 0 8 が、外科的処置を、患者の解剖学的特徴、手術室のテーブル上の患者の配置、及び外科的処置中の機械的支持アームの位置と関連付ける。第 3 の情報構造 1 0 1 0 は、外科的処置を、手術室のレイアウト特徴、外科的処置中の手術室の要員の行動パターン、及び外科的処置中の手術システムモジュール位置と関連付ける。第 1 の規則情報構造 1 0 1 2 は、患者の解剖学的特徴情報及び患者の位置情報を機械的設定制御信号と関連付ける。第 2 の規則情報構造 1 0 1 4 は、手術室のレイアウト情報及び手術室の要員情報をシステムモジュールの位置情報と関連付ける。図 1 5 は、いくつかの実施形態によるアトラス 1 0 0 2 内に含まれる第 2 の情報構造 1 0 0 8 の例示的な例を表す説明図である。図 1 6 は、いくつかの実施形態によるアトラス 1 0 0 2 内に含まれる第 3 の情報構造 1 0 1 0 の例示的な例を表す説明図である。

【 0 0 6 2 】

図 1 7 は、いくつかの実施形態による、患者の解剖学的特徴情報及び患者の位置情報を機械的支持アームの位置制御信号と関連付けるための例示的な第 1 の規則情報構造 1 0 1 2 を表す説明図である。第 1 の規則は、第 1 及び第 2 のデータ情報構造 1 0 0 6、1 0 0 8 に表される以前の手術からのデータに基づいて作成 (develop) される。第 1 の規則は、患者の解剖学的構造と患者の位置とのパターンを、第 1 のタイプの外科的処置中に使用するために機械的支持アーム 7 6 の位置の設定を制御するために使用される制御信号と関連させる。

【 0 0 6 3 】

より具体的には、例示的な第 1 のタイプの外科的処置について、第 1 の規則情報構造 1 0 1 2 は、外科的処置シグネチャ (S i g S T ₁ . . . S i g S T _l)、患者の解剖学的構造シグネチャ (S i g A n ₁ . . . S i g A n _n)、及び患者の位置シグネチャ (S i g P o s ₁ . . . S i g P o s _m) を機械的なアーム位置制御信号 (C N T L A R M ₁ . . . C N T L A R M _p) に関連付ける。いくつかの実施形態では、患者の解剖学的構造シグネ

チャは多次元ベクトルを含む。いくつかの実施形態では、患者の解剖学的構造シグネチャは、体重、身長、年齢、人口統計情報、及びコンピュータ断層撮影（ＣＴ）、磁気共鳴画像法（ＭＲＩ）等の患者の術前三次元画像等の患者の健康記録情報を示す。さらに、患者の解剖学的構造シグネチャは、構造化光イメージングシステム、又は飛行時間及び無線周波数イメージング等の他の深さ感知技術を使用した患者の体表面スキャン等の手術計画情報と、上記情報から生成される、所与の構成における患者の身体の変形を推定するために使用することができる幾何又は物理ベースモデルとを含み得る。いくつかの実施形態では、患者の位置シグネチャは多次元ベクトルを含む。いくつかの実施形態では、スキャン（走査）された患者の位置情報は、注入圧、手術室テーブル上の圧力マットからの測定値、コーンビームＣＴ、術中ＣＴ又はＭＲＩ、表面走査技術、又は複数のカメラからの多視点表面再構成を含む術中イメージング技術によって取得された手術室テーブル上の患者体の三次元モデル等の患者の位置情報を決定するために使用される。いくつかの実施形態によれば、異なる機械的アーム位置制御信号は、患者の解剖学的構造シグネチャと患者の位置シグネチャとの異なる組合せに関連付けられる。患者の位置情報は、患者の身体が手術室内のどこに位置しているかを示す粗い情報として機能する。患者の解剖学的情報は、患者の身体の特定の解剖学的特徴の位置を示す詳細な情報として機能する。

【００６４】

いくつかの実施形態によれば、機械学習技術を使用して、患者の解剖学的特徴シグネチャ及び患者の位置シグネチャに対応する第１の規則を生成することができる。より具体的には、例えば、分類器（classifier）を専門知識と一緒に使用して、患者の解剖学的特徴シグネチャ及び患者の位置シグネチャを機械的アーム位置制御信号と相関させることができる。第１及び第２のデータ情報構造１００６、１００８内の手術データが、例えば専門家の外科医の入力に基づいて評価され、それらセグメント７２－１、７２－２、及び７２－３のそれぞれの位置及びそれらサブセグメント１０１～１０４のそれぞれの位置を含む機械的アーム７２の適切な位置を決定する。決定した機械的アームの設定位置を達成するための制御信号が、第１の規則情報構造１０１２において患者の解剖学的特徴シグネチャ及び患者の位置シグネチャと関連付けられる。いくつかの実施形態によれば、患者の解剖学的特徴シグネチャ及び患者の位置シグネチャを一緒に組み合わせて、制御信号に対応する複合シグネチャを生成することができる。

【００６５】

図１８は、いくつかの実施形態による、患者の解剖学的情報、患者の位置情報、及び外科的処置のタイプに少なくとも部分的に基づいて制御信号を生成するプロセス１８０２を表す例示的なフロー図である。コンピュータプロセッサ５８は、いくつかの実施形態に従ってプロセス１８０２を実行するように構成される。外科的処置のセットアップ中に、規則ブロック１８０４及び一致（match）ブロック１８１４は、患者の解剖学的情報、患者の位置情報、及び外科的処置のタイプ、並びに第１の規則情報構造１０１２からの規則に基づいて制御信号を起動させるかどうかを決定する。

【００６６】

より具体的には、システム１０を使用した外科的処置のための機械的支持アーム７２のセットアップ中に、規則ブロック１８０４は、プロセッサ５８に入力され得る患者の解剖学的情報１８０６を受信する。規則ブロック１８０４は、位置センサ１０００を使用して取得された、プロセッサ５８に入力される患者の位置情報を受信する。規則ブロック１８０４は、例えば、プロセッサ５８に入力された、切開パターン情報を含み得る手術タイプ情報を受信する。

【００６７】

また、外科的処置中に、制御信号規則記憶ブロック１８１２は、第１の制御信号規則情報構造１０１２の第１の規則ブロック部分１０１２Ａ内から、患者の解剖学的特徴シグネチャ情報、患者の位置シグネチャ情報、及び外科的処置のタイプ情報を規則ブロック１８０４に提供する。規則ブロック１８０４は、ブロック１８０６、１８０８、１８１０によってそれぞれ提供された患者の解剖学的特徴、患者の位置、及び外科的処置のタイプ情報

を、第1の規則ブロック部分1012Aからの関連する患者の解剖学的特徴シグネチャ、患者の位置シグネチャ、及び手術システムのタイプ情報と比較する。いくつかの実施形態では、コンピュータプロセッサ58は、システム10によって取得された患者の解剖学的特徴情報、患者の位置情報、及び外科的処置のタイプ情報を、制御信号規則情報構造1012の第1の部分1012Aからのシグネチャ及び状態情報と比較するのに適したフォーマットに変換するように構成される。具体的には、いくつかの実施形態では、生の患者の解剖学的特徴／患者の位置／外科的処置のタイプを処理して分類（信号／確率）を導き出し、次にそれを表で調べて、決定した分類に基づいて機械的支持アームの位置を決定する。

【0068】

決定モジュール1806は、一方で提供される患者の解剖学的特徴、患者の位置、及び外科的処置のタイプ情報と他方で第1の規則ブロック部分1012Aからの規則情報との間で一致が生じるかどうかを判定する。機械学習の実施形態では、患者の解剖学的特徴、患者の位置、及び外科的処置のタイプと規則情報との間の類似性の範囲に基づいて一致が判定されることが理解されよう。こうして、例えば、特定の規則のある閾値制限内にある患者の解剖学的特徴、患者の位置、及び外科的処置のタイプの組合せは、その規則に一致するように決定される。

【0069】

ブロック1814は、患者の解剖学的特徴、患者の位置、及び外科的処置のタイプ情報の組合せと規則との間に一致があるとの判定に応答して、マッチング規則に対応する制御信号規則情報構造1012の第2の規則部分1012B内から制御信号を起動する。例えば、外科的処置中に受信した患者の解剖学的特徴、患者の位置、及び外科的処置のタイプ情報が第1の部分1012AのSigAn₂、SigPos₁、及びSigSur₁と一致するとの判定に応答して、ブロック1816は、制御信号情報構造1012の第2の部分1012B内から信号CNTLARMS₁を起動する。起動された制御信号は、それが情報構造1012内でシグネチャと関連付けられている解剖学的位置、患者の位置、及び外科的処置シグネチャの組合せに対応する値を有する。制御信号によって、機械的支持アーム72をこれらの関連するシグネチャに対応する位置に動かす。より具体的には、いくつかの実施形態によれば、起動された制御信号は、第1～第3のセグメント72-1～72-3のそれぞれの軸線91～93の周りに回転位置の制御された運動を引き起こし、第1～第4のサブセグメント101～104のそれぞれの軸線111～114の周りに回転位置の制御された回転運動を引き起こす値を有する。

【0070】

図19は、いくつかの実施形態による、手術室のレイアウト情報及び手術室の要員情報をシステムモジュール情報に関連付けるための例示的な第2の規則情報構造1014を表す説明図である。第2の規則は、第1及び第3のデータ情報構造1006、1010に表される以前の手術からのデータに基づいて作成される。第2の規則は、手術室のレイアウトと手術要員の活動とのパターンを、ディスプレイ60に提示され得るシステムモジュールの位置情報と相関させて、外科的処置のセットアップ中に手術システムモジュールの配置に関するガイダンスを提供する。

【0071】

例示的な第1のタイプの外科的処置について、第2の規則情報構造1014は、手術タイプシグネチャ（SigST₁・・・SigST_L）、手術室のレイアウトシグネチャ（SigLT₁・・・SigLT_N）、及び要員の活動シグネチャ（SigPA₁・・・SigPA_M）を、ディスプレイスクリーン60上に表示するためにシステムモジュールレイアウト情報の表示画像識別子（ImageID₁・・・ImageID_P）と関連付ける。いくつかの実施形態では、手術室のレイアウトシグネチャは多次元ベクトルを含む。いくつかの実施形態では、手術室のレイアウトシグネチャは、固定具の位置、部屋の寸法、取付け点、及びブーム取付け型ライト等の関節式装置のモデルを示す。いくつかの実施形態では、要員の活動シグネチャは多次元ベクトルを含む。いくつかの実施形態では、記録した要員の活動情報は、要員の役割、時空間運動トレース、及び行動履歴を含む。いくつ

10

20

30

40

50

かの実施形態によれば、異なるシステムモジュール位置は、手術室のレイアウトシグネチャと手術室の要員の活動シグネチャとの異なる組合せに関連付けられる。いくつかの実施形態によれば、機械学習技術を使用して第2の規則を生成することができる。より具体的には、例えば、分類器を専門知識と一緒に使用して、手術室のレイアウトシグネチャ及び手術室の要員の活動シグネチャをシステムモジュール位置と関連させることができる。

【0072】

図20は、いくつかの実施形態による、手術室のレイアウト情報、手術要員の活動情報、及び外科的処置のタイプ情報に少なくとも部分的に基づいて、推奨システムモジュール位置を表すコンピュータ表示画像情報を生成するプロセス2002を表す例示的なフロー図である。コンピュータプロセッサ58は、いくつかの実施形態に従ってプロセス2002を実行するように構成される。外科的処置のセットアップ中に、規則ブロック2004及びマッチングブロック2014は、患者の解剖学的情報、患者の位置情報、及び外科的処置のタイプと、第2の規則情報構造1014からの規則とに基づいて、手術システムモジュールの提案された位置付けを示す画像を表示するかどうかを決定する。

【0073】

より具体的には、外科的処置のための手術システムモジュール16、24、30、54のセットアップ中に、規則ブロック2004は、プロセッサ58に入力され得る手術室のレイアウト情報2006を受け取る。規則ブロック2004は、プロセッサ58に入力された手術室の要員の活動情報を受信する。規則ブロック2004は、例えばプロセッサ58に入力される、切開パターン情報を含み得る手術タイプ情報を受信する。

【0074】

また、外科的処置中に、画像規則記憶ブロック2012は、第2の規則情報構造1014の第2の規則ブロック部分1014A内から、患者の手術室のレイアウトシグネチャ情報、要員の活動シグネチャ情報、及び外科的処置のタイプ情報を規則ブロック2004に提供する。規則ブロック2004は、ブロック2006、2008、2010によってそれぞれ提供された手術室のレイアウト、手術要員の活動情報、及び外科的処置のタイプ情報を、第2の規則ブロック部分1014Aからの関連する手術室のレイアウトシグネチャ、要員の活動シグネチャ、及び手術システムのタイプ情報と比較する。いくつかの実施形態では、コンピュータプロセッサ58は、システム10によって取得された手術室のレイアウト情報、手術要員の活動情報、及び外科的処置のタイプ情報を、制御信号規則情報構造1014の第1の部分1014Aからのシグネチャ及び状態情報と比較するのに適したフォーマットに変換するように構成される。

【0075】

決定モジュール2006は、一方で提供される手術室のレイアウト、要員の活動、及び外科的処置のタイプ情報と他方で第2の規則ブロック部分1014Aからの規則情報との間で一致が生じるかどうかを判定する。機械学習の実施形態では、手術室のレイアウト、要員の活動、及び外科的処置のタイプと規則情報との間の類似性の範囲に基づいて一致が判定されることが理解されよう。こうして、例えば、特定の規則のある閾値制限内にある手術室のレイアウト、要員の活動、及び外科的処置のタイプの組合せは、その規則に一致するように決定される。

【0076】

ブロック2014は、手術室のレイアウト、要員の活動、及び外科的処置のタイプ情報と規則との間の一致があるとの判定に応答して、マッチング規則に対応する第2の規則情報構造1014の第2の規則部分1014B内から画像信号を起動する。例えば、外科的処置中に受信した手術室のレイアウト、要員の活動、及び外科的処置のタイプ情報が第1の部分1014AのSigOR₂、SigAct₁、及びSigSur₁と一致するとの判定に応答して、ブロック2016は、情報構造1014の第2の部分1014B内から信号IMG_{A1}を起動する。いくつかの実施形態によれば、例えば図13A～図13Cのうちの1つの手術室のレイアウト及びシステムモジュール位置を表す画像等の画像が表示画面60に生成される。

【0077】

例示的な実施形態を示し説明してきたが、前述した開示において、また場合によっては、広範な修正、変更、及び置換が考えられ、実施形態のいくつかの特徴を他の特徴の対応する使用なしに採用することができる。例えば、いくつかの実施形態では、プロセッサ58は、プロセッサ58に動作を実行させるためにプロセッサ58上で実行可能な命令セットを含む記憶装置1004等のメモリ装置に結合される。いくつかの実施形態では、動作は、手術システムのセットアップ中に外科的処置のために患者の位置情報を決定することを含む。動作は、セットアップ中に決定された患者の位置情報とそれぞれの患者の位置シグネチャとの間の一致を判定することをさらに含む。動作は、セットアップ中に、一致したそれぞれの患者の位置シグネチャに対応する、手術システム内の支持アーム制御信号を起動することをさらに含む。

10

【0078】

さらに、いくつかの実施形態では、プロセッサ58は、プロセッサ58上で実行可能な命令セットを含む記憶装置1004等のメモリ装置に結合され、プロセッサ58に手術システムのセットアップ中に外科的処置のために手術室のレイアウト情報を決定することを含む動作を実行させる。動作は、セットアップ中に決定された手術室のレイアウト情報とそれぞれの手術室のレイアウトシグネチャとの間の一致を判定することをさらに含む。動作は、一致したそれぞれの手術室のレイアウトシグネチャに対応する手術システムモジュール位置を表す画像を生成することをさらに含む。

20

【0079】

当業者は、多くの変形形態、代替形態、及び修正形態を認識するであろう。こうして、本開示の範囲は添付の特許請求の範囲によってのみ限定すべきであり、特許請求の範囲は広く且つ本明細書に開示された実施形態の範囲と一致するように解釈することが適切である。

【0080】

以下に、出願当初の特許請求の範囲の内容を実施例として記載しておく。

[実施例1]

遠隔操作手術システムと共に使用するための方法であって、当該方法は、前記手術システムのセットアップ中に外科的処置のための患者の位置情報を決定するステップと、

30

前記セットアップ中に前記決定した患者の位置情報とそれぞれの患者の位置シグネチャとの間の一致を判定するステップと、

前記セットアップ中に、前記手術システム内で、前記一致したそれぞれの患者の位置シグネチャに対応する支持アーム制御信号を起動するステップと、を含む、

方法。

[実施例2]

前記手術システムのセットアップ中に前記外科的処置のための患者の解剖学的特徴の位置情報を決定するステップと、

該決定した患者の解剖学的特徴の位置情報とそれぞれの解剖学的特徴の位置シグネチャとの間の一致を判定するステップと、をさらに含み、

40

前記起動するステップは、前記手術システム内で、前記一致したそれぞれの患者の位置シグネチャと前記一致したそれぞれの解剖学的特徴の位置シグネチャとの組合せに対応する支持アーム制御信号を起動するステップを含む、実施例1に記載の方法。

[実施例3]

起動された制御信号値に対応する位置に機械的支持アームを動かすステップをさらに含む、実施例1に記載の方法。

[実施例4]

起動された制御信号値に対応する、水平軸線の周りの回転位置に機械的支持アームセグメントを動かすステップをさらに含む、実施例1に記載の方法。

[実施例5]

50

起動された制御信号値に対応する、垂直軸線の周りの回転位置に機械的支持アームセグメントを動かすステップをさらに含む、実施例 1 に記載の方法。

〔実施例 6〕

起動された制御信号値に対応する、垂直軸線の周りの回転位置に機械的支持アームセグメントを動かすステップと、

起動された制御信号値に対応する、垂直軸線の周りの回転位置に機械的支持アームセグメントを動かすステップと、をさらに含む、実施例 1 に記載の方法。

〔実施例 7〕

患者の位置情報を決定するステップは、レーザ位置センサで走査するステップを含む、実施例 1 に記載の方法。

〔実施例 8〕

患者の位置情報を決定するステップは、赤外線位置センサで走査するステップを含む、実施例 1 に記載の方法。

〔実施例 9〕

外科的処置を行うための前記手術システムの 1 つ又は複数の例のセットアップの多様な発生のそれぞれについて、前記セットアップ中に患者の位置情報を記録し、且つ前記セットアップ中に支持アームの位置情報を記録するステップと、

前記記録した患者の位置情報及び前記記録した支持アームの位置情報に少なくとも部分的に基づいて、それぞれの支持アーム位置に関連付けられるそれぞれの患者の位置シグネチャを決定するステップと、をさらに含む、実施例 1 に記載の方法。

〔実施例 10〕

外科的処置を行うための前記手術システムの 1 つ又は複数の例のセットアップの多様な発生のそれぞれについて、前記セットアップ中に患者の解剖学的特徴情報を記録し、前記セットアップ中に患者の位置情報を記録し、且つ前記セットアップ中に支持アームの位置情報を記録するステップと、

前記記録した患者の解剖学的特徴情報、前記記録した患者の位置情報、及び前記記録した支持アームの位置情報に少なくとも部分的に基づいて、それぞれの支持アーム位置と関連付けるための、それぞれの患者の解剖学的特徴シグネチャとそれぞれの患者の位置シグネチャとのそれぞれの組合せを決定するステップと、をさらに含む、実施例 2 に記載の方法。

〔実施例 11〕

遠隔操作手術システムと共に使用するための方法であって、当該方法は、

前記手術システムのセットアップ中に外科的処置のための手術室のレイアウト情報を決定するステップと、

前記セットアップ中に前記決定された手術室のレイアウト情報とそれぞれの手術室のレイアウトシグネチャとの間の一致を判定するステップと、

該一致した手術室のレイアウトシグネチャに対応する手術システムモジュール位置を表す画像を生成するステップと、を含む、

方法。

〔実施例 12〕

前記手術システムのセットアップ中に前記外科的処置のための要員の活動情報を決定するステップと、

該決定した要員の活動情報とそれぞれの要員の活動シグネチャとの間の一致を判定するステップと、をさらに含む、

画像を生成するステップは、前記一致したそれぞれの手術室のレイアウトシグネチャと前記一致したそれぞれの要員の活動シグネチャとの組合せに対応する手術システムモジュール位置を表す画像を生成するステップを含む、実施例 11 に記載の方法。

〔実施例 13〕

手術室のレイアウト情報を決定するステップは、レーザ位置センサで走査するステップを含む、実施例 11 に記載の方法。

10

20

30

40

50

〔実施例 1 4〕

手術室のレイアウト情報を決定するステップは、赤外線位置センサで走査するステップを含む、実施例 1 1 に記載の方法。

〔実施例 1 5〕

外科的処置を行うための前記手術システムの 1 つ又は複数の例のセットアップの多様な発生のそれぞれについて、前記セットアップ中に手術室のレイアウト情報を記録し、且つシステムモジュール位置を記録するステップと、

前記記録した手術室のレイアウト情報及び前記記録したシステムモジュールの位置情報に少なくとも部分的に基づいて、それぞれの手術室のレイアウトに関連付けられるそれぞれの手術室のレイアウトシグネチャを決定するステップと、をさらに含む、実施例 1 1 に記載の方法。

10

〔実施例 1 6〕

外科的処置を行うための前記手術システムの 1 つ又は複数の例のセットアップの多様な発生のそれぞれについて、前記セットアップ中に手術室のレイアウト情報を記録し、前記セットアップ中に要員の活動情報を記録し、且つ前記セットアップ中にシステムモジュールの位置情報を記録するステップと、

前記記録した手術室のレイアウト情報、前記記録した要員の活動情報、及び記録したシステムモジュールの位置情報に少なくとも部分的に基づいて、それぞれのシステムモジュールと関連付けるための、それぞれの手術室のレイアウトシグネチャとそれぞれの要員の活動シグネチャとのそれぞれの組合せを決定するステップと、をさらに含む、実施例 1 2 に記載の方法。

20

〔実施例 1 7〕

手術用器具及び手術用器具アクチュエータを含む手術システムであって、当該手術システムは、

プロセッサと、

該プロセッサ上で実行可能な命令セットを保持するメモリ装置と、を有しており、

前記命令セットによって当該手術システムに、

当該手術システムのセットアップ中に外科的処置のための患者の位置情報を決定することと、

前記セットアップ中に前記決定した患者の位置情報とそれぞれの患者の位置シグネチャとの間の一致を判定することと、

30

前記セットアップ中に、当該手術システム内で、一致した患者の位置シグネチャに対応する支持アーム制御信号を起動することと、を含む動作を実行させる、

手術システム。

〔実施例 1 8〕

前記動作には、

前記手術システムの前記セットアップ中に前記外科的処置のための患者の解剖学的特徴の位置情報を決定することと、

該決定した患者の解剖学的特徴の位置情報とそれぞれの解剖学的特徴の位置シグネチャとの間の一致を判定することとがさらに含まれ、

40

前記起動することは、当該手術システム内で、前記一致したそれぞれの患者の位置シグネチャと前記一致したそれぞれの解剖学的特徴の位置シグネチャとの組合せに対応する支持アーム制御信号を起動することを含む、実施例 1 7 に記載の手術システム。

〔実施例 1 9〕

前記動作には、起動された制御信号値に対応する位置に機械的支持アームを動かすことがさらに含まれる、実施例 1 7 に記載の手術システム。

〔実施例 2 0〕

前記動作には、起動された制御信号値に対応する、水平軸線の周りの回転位置に機械的支持アームセグメントを動かすことがさらに含まれる、実施例 1 7 に記載の手術システム。

〔実施例 2 1〕

50

前記動作には、起動された制御信号値に対応する、垂直軸線の周りの回転位置に機械的支持アームセグメントを動かすことがさらに含まれる、実施例 17 に記載の手術システム。

[実施例 22]

前記動作には、

起動された制御信号値に対応する、垂直軸線の周りの回転位置に機械的支持アームセグメントを動かすことと、

起動された制御信号値に対応する、垂直軸線の周りの回転位置に機械的支持アームセグメントを動かすことがさらに含まれる、実施例 17 に記載の手術システム。

[実施例 23]

患者の位置情報を決定することは、レーザ位置センサで走査することを含む、実施例 17 に記載の手術システム。

[実施例 24]

患者の位置情報を決定することは、赤外線位置センサで走査することを含む、実施例 17 に記載の手術システム。

[実施例 25]

前記動作には、

外科的処置を行うための当該手術システムの 1 つ又は複数の例のセットアップの多様な発生のそれぞれについて、前記セットアップ中に患者の位置情報を記録し、且つ前記セットアップ中に支持アームの位置情報を記録することと、

前記記録した患者の位置情報、及び前記記録した支持アームの位置情報に少なくとも部分的に基づいて、それぞれの支持アーム位置に関連付けられるそれぞれの患者の位置シグネチャを決定することがさらに含まれる、実施例 17 に記載の手術システム。

[実施例 26]

外科的処置を行うための当該手術システムの 1 つ又は複数の例のセットアップの多様な発生のそれぞれについて、前記セットアップ中に患者の解剖学的特徴情報を記録し、前記セットアップ中に患者の位置情報を記録し、且つ前記セットアップ中に支持アームの位置情報を記録することと、

前記記録した患者の解剖学的特徴情報、前記記録した患者の位置情報、及び前記記録した支持アームの位置情報に少なくとも部分的に基づいて、それぞれの支持アーム位置と関連付けるための、それぞれの患者の解剖学的特徴シグネチャとそれぞれの患者の位置シグネチャとのそれぞれの組合せを決定することと、をさらに含む、実施例 18 に記載の手術システム。

[実施例 27]

手術用器具及び手術用器具アクチュエータを含む手術システムであって、当該手術システムは、

プロセッサと、

該プロセッサ上で実行可能な命令セットを保持するメモリ装置と、を有しており、

前記命令セットによって当該手術システムに、

当該手術システムのセットアップ中に外科的処置のための手術室のレイアウト情報を決定することと、

前記セットアップ中に前記決定した手術室のレイアウト情報とそれぞれの手術室のレイアウトシグネチャとの間の一致を判定することと、

該一致した手術室のレイアウトシグネチャに対応する手術システムモジュール位置を表す画像を生成することと、を含む動作を実行させる、

手術システム。

[実施例 28]

当該手術システムのセットアップ中に前記外科的処置のための要員の活動情報を決定することと、

該決定した要員の活動情報とそれぞれの要員の活動シグネチャとの間の一致を判定することと、をさらに含み、

10

20

30

40

50

画像を生成することは、前記一致したそれぞれの手術室のレイアウトシグネチャと前記一致したそれぞれの要員の活動シグネチャとの組合せに対応する手術システムモジュール位置を表す画像を生成することを含む、実施例 27 に記載の手術システム。

【実施例 29】

手術室のレイアウト情報を決定することは、レーザ位置センサで走査することを含む、実施例 27 に記載の手術システム。

【実施例 30】

手術室のレイアウト情報を決定するステップは、赤外線位置センサで走査するステップを含む、実施例 27 に記載の手術システム。

【実施例 31】

外科的処置を行うための当該手術システムの 1 つ又は複数の例のセットアップの多様な発生 of それぞれについて、前記セットアップ中に手術室のレイアウト情報を記録し、且つシステムモジュール位置を記録することと、

前記記録した手術室のレイアウト情報、及び記録したシステムモジュールの位置情報に少なくとも部分的に基づいて、それぞれの手術室のレイアウトに関連付けられるそれぞれの手術室のレイアウトシグネチャを決定することと、をさらに含む、実施例 27 に記載の手術システム。

【実施例 32】

外科的処置を行うための当該手術システムの 1 つ又は複数の例のセットアップの多様な発生 of それぞれについて、前記セットアップ中に手術室のレイアウト情報を記録し、前記セットアップ中に要員の活動情報を記録し、且つ前記セットアップ中にシステムモジュールの位置情報を記録することと、

前記記録した手術室のレイアウト情報、前記記録した要員の活動情報、及び前記記録したシステムモジュールの位置情報に少なくとも部分的に基づいて、それぞれのシステムモジュールに関連付けるための、それぞれの手術室のレイアウトシグネチャとそれぞれの要員の活動シグネチャとのそれぞれの組合せを決定することと、をさらに含む、実施例 28 に記載の手術システム。

【図面】

【図 1】

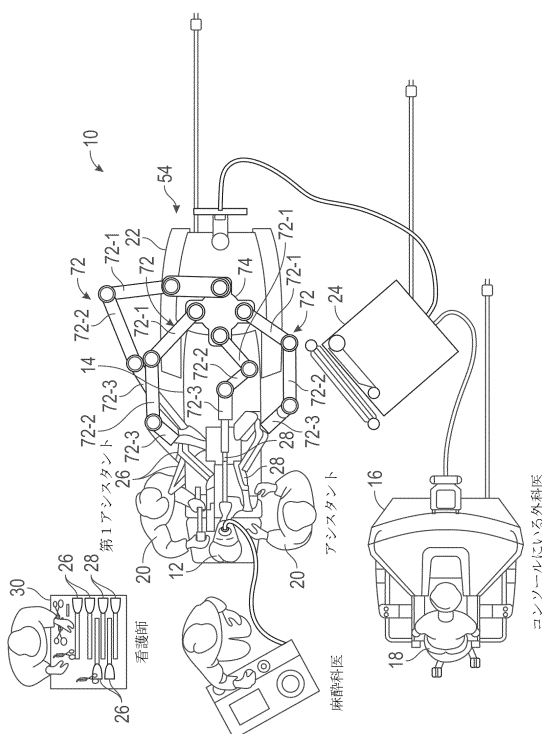


FIG. 1

【図 2】

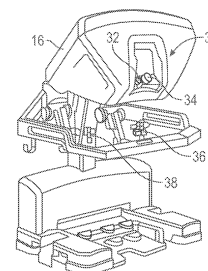


FIG. 2

【図 3】

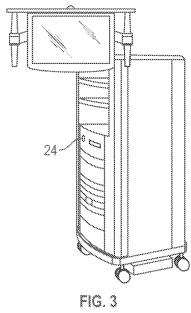


FIG. 3

【図 4】

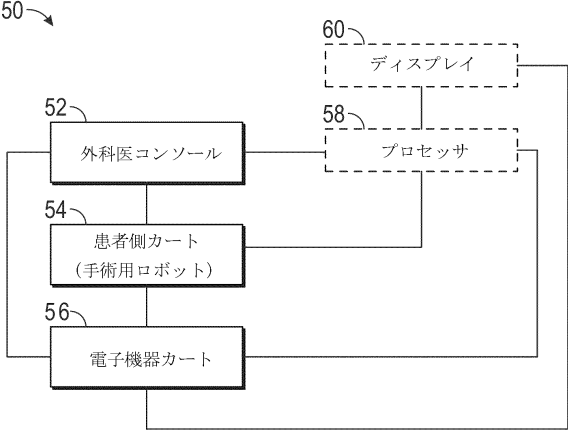


FIG. 4

【図 5 A】

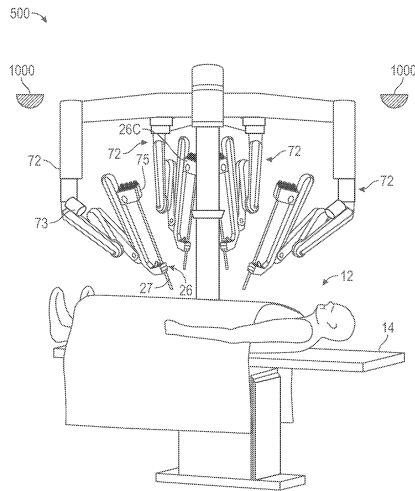


FIG. 5A

【図 5 B】

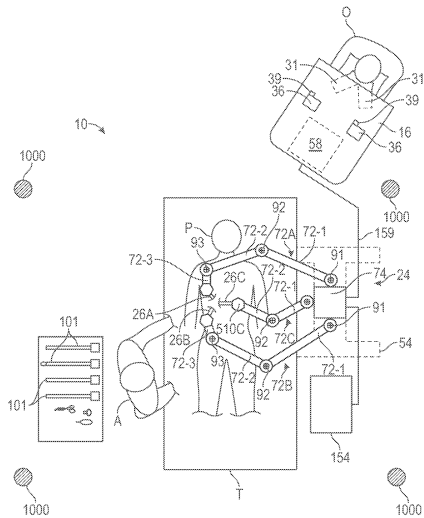


FIG. 5B

10

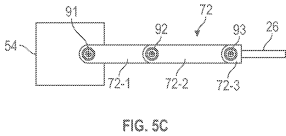
20

30

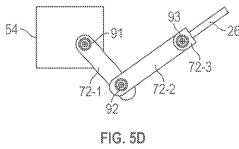
40

50

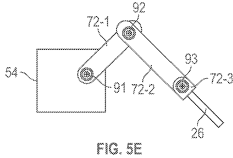
【図 5 C】



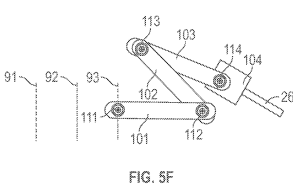
【図 5 D】



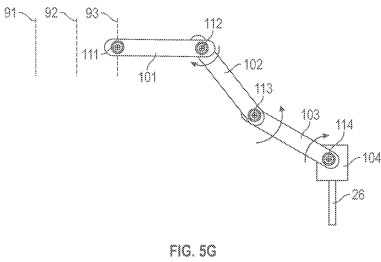
【図 5 E】



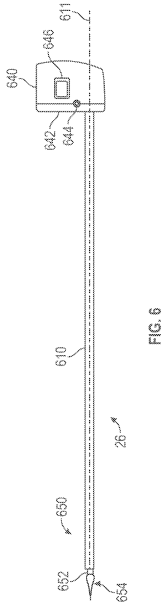
【図 5 F】



【図 5 G】



【図 6】



10

20

30

40

50

【図 7】

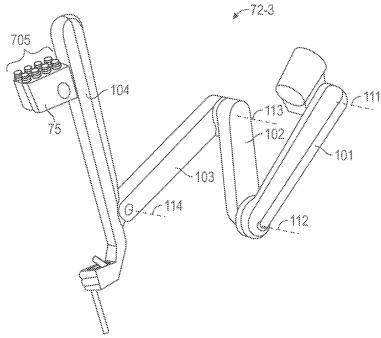


FIG. 7

【図 8】

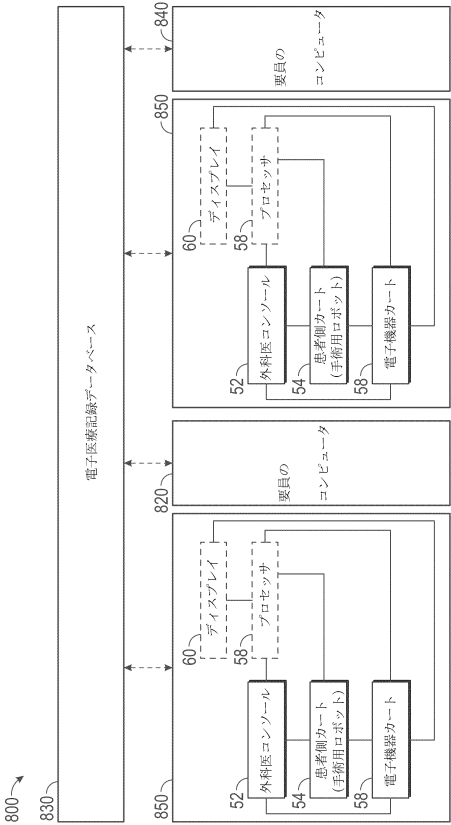


FIG. 8

【図 9】

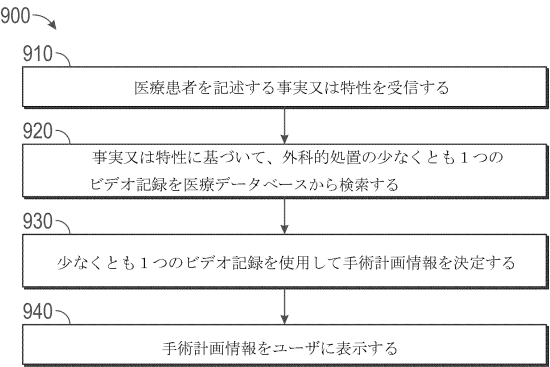


FIG. 9

【図 10 A】

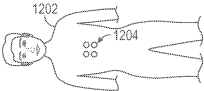


FIG. 10A

10

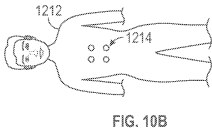
20

30

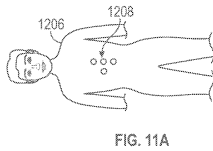
40

50

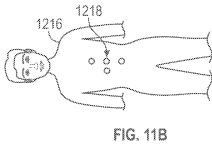
【図 1 0 B】



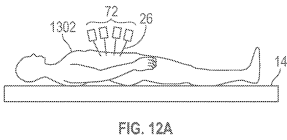
【図 1 1 A】



【図 1 1 B】

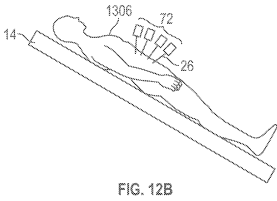


【図 1 2 A】

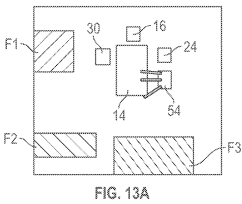


10

【図 1 2 B】

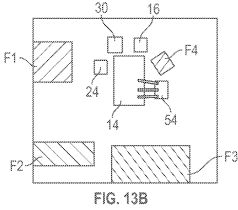


【図 1 3 A】

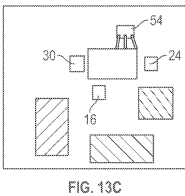


20

【図 1 3 B】



【図 1 3 C】



30

40

50

【図 1 4】

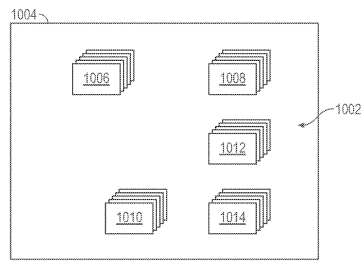


FIG. 14

【図 1 5】

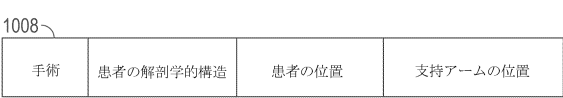


FIG. 15

【図 1 6】

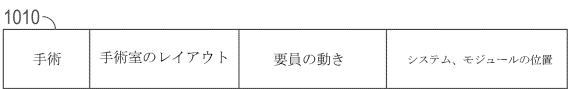


FIG. 16

【図 1 7】

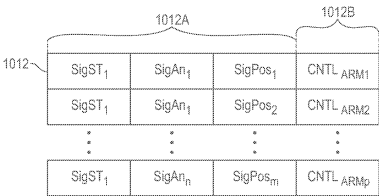


FIG. 17

【図 1 8】

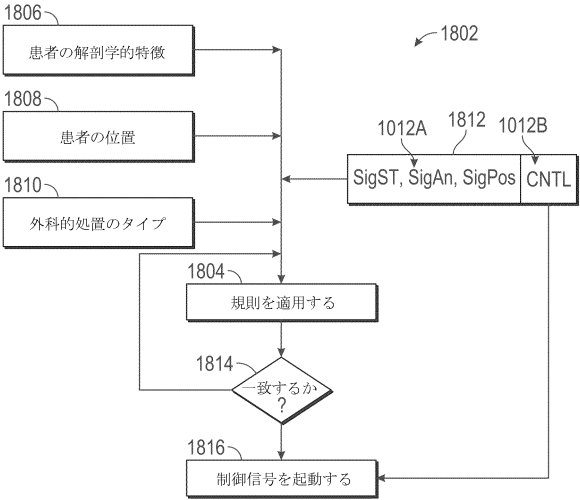


FIG. 18

【図 1 9】

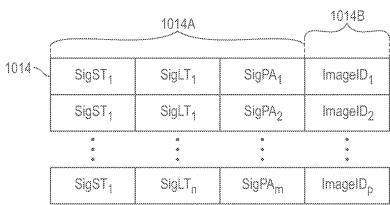


FIG. 19

10

20

30

40

50

【図 20】

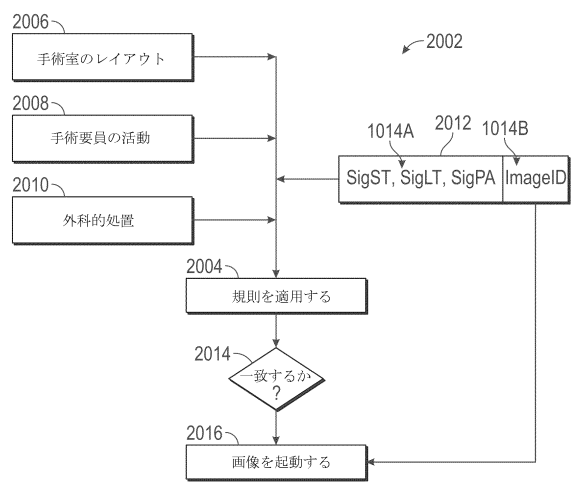


FIG. 20

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- ード 1020, インテュイティブ サージカル オペレーションズ, インコーポレイテッド
(72)発明者 ホフマン, ブライアン ディー.
アメリカ合衆国 94086 カリフォルニア州, サニーヴェイル, キファー・ロード 1020,
インテュイティブ サージカル オペレーションズ, インコーポレイテッド
(72)発明者 イトコウィッツ, ブランドン ディー.
アメリカ合衆国 94086 カリフォルニア州, サニーヴェイル, キファー・ロード 1020,
インテュイティブ サージカル オペレーションズ, インコーポレイテッド
(72)発明者 マクドウォール, イアン イー.
アメリカ合衆国 94086 カリフォルニア州, サニーヴェイル, キファー・ロード 1020,
インテュイティブ サージカル オペレーションズ, インコーポレイテッド
(72)発明者 モーア, ポール ダブリュ.
アメリカ合衆国 94086 カリフォルニア州, サニーヴェイル, キファー・ロード 1020,
インテュイティブ サージカル オペレーションズ, インコーポレイテッド
(72)発明者 ノーリン, ウィリアム シー.
アメリカ合衆国 94086 カリフォルニア州, サニーヴェイル, キファー・ロード 1020,
インテュイティブ サージカル オペレーションズ, インコーポレイテッド
審査官 滝沢 和雄
(56)参考文献 特開2012-005557 (JP, A)
特開2015-019679 (JP, A)
米国特許出願公開第2014/0148816 (US, A1)
米国特許出願公開第2007/0268133 (US, A1)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
A61B 34/35
A61B 34/30
A61B 34/00