

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2018-535725

(P2018-535725A)

(43) 公表日 平成30年12月6日(2018.12.6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 5 5 2	2 F 0 6 9
A 6 1 B 1/045 (2006.01)	A 6 1 B 1/045 6 2 2	4 C 1 6 1
G 0 1 B 21/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/045 6 1 0	
	G 0 1 B 21/00 E	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 50 頁)

(21) 出願番号 特願2018-517835 (P2018-517835)
 (86) (22) 出願日 平成28年6月13日 (2016. 6. 13)
 (85) 翻訳文提出日 平成30年4月27日 (2018. 4. 27)
 (86) 国際出願番号 PCT/DK2016/050180
 (87) 国際公開番号 WO2017/059860
 (87) 国際公開日 平成29年4月13日 (2017. 4. 13)
 (31) 優先権主張番号 PA201570642
 (32) 優先日 平成27年10月9日 (2015. 10. 9)
 (33) 優先権主張国 デンマーク (DK)

(71) 出願人 516229531
 スリーディインテグレイテッド アーペー
 エス
 3 D I N T E G R A T E D A P S
 デンマーク国 2 2 0 0 コペンハーゲン
 オーレ マーロース ヴァイ 3
 (74) 代理人 100105957
 弁理士 恩田 誠
 (74) 代理人 100068755
 弁理士 恩田 博宣
 (74) 代理人 100142907
 弁理士 本田 淳
 (72) 発明者 ハンセン、ステーン モラー
 デンマーク国 8 5 4 1 スケドストルプ
 スタッドストルプヴァイ 2 1アー
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 描写システム

(57) 【要約】

最小侵襲性手術において使用するための外科手術用具の動作のリアルタイム関連描写を生成するための描写システムは、コンピュータシステムと、3D表面データ生成手段と、外科手術用具のリアルタイム空間位置データを得るための位置データ生成手段とを含む。3D表面データ生成手段および位置データ生成手段のうちの少なくとも1つは、表面位置データ生成手段を含む。コンピュータシステムは、3Dデータを使用して、最小侵襲性手術空洞の表面部分のターゲット領域の3D表面外形を決定し、空間位置データおよび表面位置データを使用してターゲット領域に対して外科手術用具のリアルタイム空間的位置を決定し、最小侵襲性手術空洞の表面部分の表面外形の上に外科手術用具のリアルタイム相対的空間位置の描写を表す描写データを計算し、外科手術用具の動作のリアルタイム関連描写のために描写データを表示ユニットに送信する。

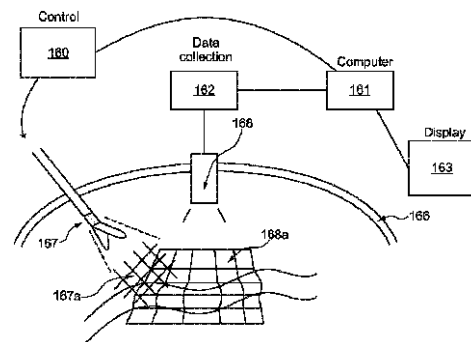


Fig. 21

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

外科手術用具の動作のリアルタイム相関描写を生成するための描写システムであって、前記システムは、

表示ユニットとデータ通信するように構成されているコンピュータシステムと、

最小侵襲性手術空洞の 3D 空間の中の少なくとも 1 つの表面部分を表す 3 次元 (3D) データを前記コンピュータシステムに提供するための 3D 表面データ生成手段であって、前記表面部分はターゲット領域を含む、3D 表面データ生成手段と、

前記外科手術用具の少なくとも一部のリアルタイム空間位置データを得て、得られた前記空間位置データを前記コンピュータシステムに送信するための位置データ生成手段と、
を含み、

前記 3D 表面データ生成手段および前記位置データ生成手段のうちの少なくとも 1 つは、少なくとも前記ターゲット領域の表面位置データを提供するための表面位置データ生成手段を含み、前記コンピュータシステムは、

前記 3D データを使用して、前記最小侵襲性手術空洞の前記表面部分の前記ターゲット領域の少なくとも一部の 3D 表面外形を決定するようにプログラムされており、

前記空間位置データおよび前記表面位置データを使用して、前記少なくとも 1 つの表面部分の前記ターゲット領域の少なくとも一部に対して、前記外科手術用具のリアルタイム空間的位置を決定するようにプログラムされており、

前記最小侵襲性手術空洞の前記表面部分の前記表面外形の少なくとも一部分の上に、前記外科手術用具の前記リアルタイム相対的空間位置の描写を表す描写データを計算するようにプログラムされており、

前記外科手術用具の動作のリアルタイム相関描写のために、前記描写データを前記表示ユニットに送信するようにプログラムされており、

好ましくは、前記表面外形の前記一部分は、前記相対的位置データに依存して動的に変化する寸法を有しており、より好ましくは、前記表面外形の前記一部分は、前記一部分の前記表面外形を反映するのに十分に大きい寸法を有している、描写システム。

【請求項 2】

前記 3D 表面データ生成手段は、3D データベースシステムを含み、前記 3D データベースシステムは、分類された最小侵襲性手術空洞のそれぞれの少なくとも 1 つの表面部分に関する少なくとも 1 つの 3D データセットを含み、各 3D データセットは、前記分類された最小侵襲性手術空洞のうちの少なくとも 1 つの前記表面部分に関連付けられており、好ましくは、前記コンピュータは、分類された最小侵襲性手術空洞の少なくとも 1 つの表面部分に関する 3D データセットを取得するように構成されている、請求項 1 に記載の描写システム。

【請求項 3】

前記データベースシステムは、メモリの上に読み込まれており、前記メモリは、前記コンピュータシステムとデータ通信しているか、または、前記コンピュータシステムの一部である、請求項 2 に記載の描写システム。

【請求項 4】

1 以上の前記 3D データセットは、推定された 3D データ、計算された 3D データ、測定された 3D データ、または、それらの任意の組み合わせを含み、好ましくは、前記 3D データセットは、年齢、性別、体重、身長、身体回りの寸法、または、上述のものを含む任意の組み合わせを含む患者特性などのような、患者特性にそれぞれ関連付けられている、請求項 2 または 3 に記載の描写システム。

【請求項 5】

前記 3D 表面データ生成手段は、選択された患者に関する 3D データを前記コンピュータ上に与えるためのユーザ入力データ接続を含み、前記コンピュータは、そのようなユーザ入力 3D データを受け取るように構成されており、前記ユーザ入力 3D データは、好ましくは、3D データセットとして、前記データベースシステムに追加され得る、請求項 1

10

20

30

40

50

～ 4 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

【請求項 6】

前記 3 D 表面データ生成手段は、前記最小侵襲性手術空洞の少なくとも前記表面部分に関する前記 3 D データの少なくとも一部を決定するための 3 D 表面センサシステムと、決定された前記 3 D データを前記コンピュータに送信するための送信手段とを含み、任意の構成として、描写システムは、決定された 3 D データを、3 D データセットとして前記データベースシステムに追加するように構成されており、好ましくは、前記コンピュータシステムは、前記 3 D 表面センサシステムから受け取られた決定された 3 D データを、3 D データセットとして前記データベースシステムに追加するように構成されている、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

10

【請求項 7】

前記 3 D 表面センサシステムは、好ましくは空間的基準に関して、少なくとも 1 つの局所参照センサを含み、前記少なくとも 1 つの局所参照センサは、好ましくは、患者の上に、および / または、患者のための支持台（外科手術台）の上に、位置決めされるようになっている、請求項 6 に記載の描写システム。

【請求項 8】

前記 3 D 表面データ生成手段は、前記ターゲット領域の表面位置データを提供するための前記表面位置データ生成手段を含み、前記表面位置データ生成手段は、前記少なくとも 1 つの局所参照センサを含む、請求項 7 に記載の描写システム。

【請求項 9】

前記 3 D 表面センサシステムは、3 D 光学センサ、音響センサ、磁気センサ、電気センサ、電磁センサ、または、それらの任意の組み合わせを含む、請求項 6 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

20

【請求項 10】

前記 3 D 表面センサシステムは、3 D 光学センサシステムを含み、前記 3 D 光学センサシステムは、少なくとも 1 つの光源および少なくとも 1 つの光学式読取機を含み、前記少なくとも 1 つの光学式読取機は、例えば、カメラなどのような 2 D 配列の検出器を含む画像記録装置などであり、前記 3 D 光学センサシステムは、好ましくは、2 眼式センサシステムまたは多眼式センサシステムである、請求項 9 に記載の描写システム。

【請求項 11】

前記少なくとも 1 つの光源は、光学的な追跡用光パターンを出射するように構成されており、前記パターンは、前記表面の上に衝突したときに、並びに、前記表面から反射および / または散乱したときに、前記表面の前記外形を明らかにし、それによって、前記光学式読取機によって記録される 3 D データを提供する、請求項 9 または 10 に記載の描写システム。

30

【請求項 12】

前記光源は、実質的に静止した光学パターンを前記表面部分の少なくとも一部の上に出射するようになっており、前記光学的パターン出射源は、内視鏡の上に任意に位置決めされており、前記内視鏡は、前記最小侵襲性手術処置の間に実質的に静止した状態に保持されるようになっており、前記光学的パターン出射源は、例えば、前記記録装置も含む内視鏡などの上に位置決めされている、請求項 9 または 10 に記載の描写システム。

40

【請求項 13】

前記光源は、動的な光学パターンを前記表面部分の少なくとも一部の上に出射するようになっており、前記動的な光学パターンは、好ましくは、外科手術用具の上のことによって動的になっており、前記記録装置によって記録され得る前記反射および / または散乱したパターン（前記表面部分から反射および / または散乱した前記パターン）が、前記外科手術用具の動作に関連して変化するようになっており、好ましくは、前記反射および / または散乱したパターンの前記変化は、前記外科手術用具の前記動作に相関している、請求項 9 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

【請求項 14】

50

前記光源は、前記外科手術用具に一時的にまたは恒久的に固定されており、また、前記光源は、前記位置データ生成手段の一部を形成している、請求項 1 3 に記載の描写システム。

【請求項 1 5】

前記 3 D 表面センサシステムは、音響センサシステムを含み、前記音響センサシステムは、少なくとも 1 つの音波エミッターおよび少なくとも 1 つの音波受信機を含み、好ましくは、前記音響センサシステムは、2 つ以上の音波受信機、例えば、2 D 配列の音波受信機など、例えば、 piezo 音波受信機を含む、請求項 6 ~ 1 4 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

【請求項 1 6】

前記音響センサシステムは、超音波センサを含む、請求項 1 5 に記載の描写システム。

【請求項 1 7】

前記 3 D 表面センサシステムは、磁気センサシステム、例えば、磁気誘導断層撮影センサシステムおよび / または磁気共鳴断層撮影センサなどを含む、請求項 6 ~ 1 6 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

【請求項 1 8】

前記 3 D 表面センサシステムは、電気センサシステム、例えば、マイクロ機械センサシステムを含む、請求項 6 ~ 1 7 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

【請求項 1 9】

前記 3 D 表面センサシステムは、X 線コンピュータ断層撮影法センサ (CT スキャニングセンサ) を含む、請求項 5 ~ 1 8 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

【請求項 2 0】

前記外科手術用具の少なくとも一部のリアルタイム空間位置データを得るための前記位置データ生成手段は、位置センサシステムを含み、前記位置センサシステムは、好ましくは、3 D 光学センサ、音響センサ、磁気センサ、電気センサ、加速度計、ジャイロスコープ、重力計、慣性ナビゲーションシステム、局所位置決めシステム、または、それらの任意の組み合わせを含む、請求項 1 ~ 1 9 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

【請求項 2 1】

前記位置センサシステムは、センサ構成部分を含み、前記センサ構成部分は、前記外科手術用具に接続されるか、または、前記外科手術用具に物理的に接続されているか、または、前記外科手術用具に一体化されるようになっている、請求項 2 0 に記載の描写システム。

【請求項 2 2】

前記位置センサシステムは、好ましくは空間的基準に関して、少なくとも 1 つの局所参照センサを含み、前記少なくとも 1 つの局所参照センサは、好ましくは、患者の上に、および / または、患者のための支持台 (外科手術台) の上に、位置決めされるようになっている、請求項 2 0 または請求項 2 1 に記載の描写システム。

【請求項 2 3】

前記少なくとも 1 つの参照センサは、前記局所位置決めシステムを提供し、好ましくは、前記位置センサシステムは、複数の局所参照センサを含む、請求項 2 2 に記載の描写システム。

【請求項 2 4】

前記位置センサシステムは、前記外科手術用具のリアルタイム空間位置データを得るように、および、得られた前記空間位置データを前記コンピュータシステムに送信するように構成されており、前記リアルタイム空間位置データは、X - Y - Z 次元空間の中のリアルタイム空間位置データの形態をしている、請求項 2 0 ~ 2 3 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

【請求項 2 5】

前記位置センサシステムは、少なくとも 1 つの距離センサ、例えば、短距離レーザを利用したセンサなど、例えば、SICK AG, Germany によって提供されるようなものを含む、請

10

20

30

40

50

求項 20 ~ 24 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

【請求項 26】

前記リアルタイム空間位置データは、3D空間の中の少なくとも1つの表面部分を表す前記3Dデータに 관련된 位置データを含み、好ましくは、前記リアルタイム空間位置データは、前記外科手術用具または前記外科手術用具の前記少なくとも1つの部分から、前記表面部分への、好ましくは、前記表面部分の前記ターゲット領域への、より好ましくは、前記用具の配向方向に 관련된 前記表面部分の一地点への距離を決定することを含み、前記用具の前記配向方向は、前記用具がそれを通して挿入される前記最小侵襲性手術空洞の中へのアクセス開口部と、前記空洞の中への前記用具の最も遠い延在部と、から決定される、請求項 20 ~ 25 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

10

【請求項 27】

前記3D表面センサシステムおよび前記位置センサシステムは、複合型の3D表面および位置センサシステムを形成するために、少なくとも部分的に一体化されている、請求項 20 ~ 26 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

【請求項 28】

前記コンピュータシステムは、前記3D表面データ生成手段とデータ接続しており、また、前記3D表面データ生成手段から、最小侵襲性手術空洞の3D空間の中の少なくとも1つの表面部分を表す前記3Dデータを取得するように構成されており、好ましくは、前記コンピュータシステムは、ユーザインターフェースを介して、前記3Dデータを取得するための指示を受け取るように構成されており、また、そのような指示を受け取ると、前記3Dデータを取得するように構成されている、請求項 1 ~ 27 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

20

【請求項 29】

前記コンピュータシステムは、1つのユーザ手順に関して、単一の時間データパッケージの中の最小侵襲性手術空洞の3D空間の中の少なくとも1つの表面部分を表す前記3Dデータを取得するように構成されている、請求項 28 に記載の描写システム。

【請求項 30】

前記コンピュータシステムは、1つのユーザ手順に関して、最小侵襲性手術の3D空間の中の少なくとも1つの表面部分を表す3Dデータパッケージを連続して取得することによって、前記3Dデータを取得するように構成されており、連続して取得された前記3Dデータパッケージは、好ましくは、タイムリーに更新される3Dデータ、および/または、連続して取得された前記3Dデータパッケージのそれぞれに関する3D空間の中の少なくとも1つの追加的な表面部分を表す3Dデータを含む、請求項 28 に記載の描写システム。

30

【請求項 31】

前記コンピュータシステムは、前記位置データ生成手段とデータ通信しており、また、前記外科手術用具の少なくとも一部の得られた前記リアルタイム空間位置データをリアルタイムに取得するように構成されており、好ましくは、前記コンピュータシステムは、ユーザインターフェースを介して、前記空間位置データを取得するための指示を受け取るように構成されており、また、そのような指示を受け取ると、前記空間位置データを取得するように構成されている、請求項 1 ~ 30 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

40

【請求項 32】

前記コンピュータシステムは、前記3D表面データ生成手段および前記位置データ生成手段を制御するように構成されており、好ましくは、前記コンピュータは、ユーザインターフェースを介して、ユーザプロセスを実行するための指示を受け取るように構成されており、また、前記指示に基づいて、必要とされる前記データを前記3D表面データ生成手段および前記位置データ生成手段から取得し、終了信号が前記コンピュータに送信されるまで、ユーザ手順を実行する、請求項 1 ~ 31 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

【請求項 33】

前記システムは、前記外科手術用具の少なくとも一部のリアルタイム空間的配向データ

50

を得て、得られた前記空間的配向データを前記コンピュータシステムに送信するための、配向データ生成手段をさらに含み、前記コンピュータシステムは、

前記空間的配向データを使用して、前記外科手術用具のリアルタイム空間的配向を決定するようにプログラムされており、

前記最小侵襲性手術空洞の前記表面部分の前記表面外形の少なくとも一部分の上に、前記外科手術用具の前記リアルタイム空間的配向の描写を表す描写データを計算するようにプログラムされており、

前記外科手術用具の動作のリアルタイム相関描写のために、前記描写データを前記表示ユニットに送信するようにプログラムされている、請求項 1 ~ 3 2 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

10

【請求項 3 4】

前記最小侵襲性手術空洞の前記表面部分の前記表面外形の少なくとも一部分の上に、前記外科手術用具の前記リアルタイム相対的空間位置および前記リアルタイム空間的配向の描写を表す前記描写データは、前記表面外形の少なくとも一部分の上に、前記外科手術用具の前記リアルタイム相対的空間位置および前記リアルタイム空間的配向の関連の描写を表す描写データを含む、請求項 3 3 に記載の描写システム。

【請求項 3 5】

前記表面外形の少なくとも一部分の上の前記外科手術用具の前記リアルタイム相対的空間位置および前記リアルタイム空間的配向の前記関連の描写は、前記外科手術用具の前記リアルタイム空間的配向と協調した方向に、前記表面外形上への前記リアルタイム相対的空間位置の描写を含む、請求項 3 4 に記載の描写システム。

20

【請求項 3 6】

前記配向データ生成手段は、配向センサを含み、前記配向センサは、前記外科手術用具に接続されているか、または、前記外科手術用具と一体化されており、前記配向センサは、好ましくは、少なくとも 1 つの距離センサ、例えば短距離レーザを利用したセンサなど、例えば SICK AG, Germany によって提供されるものを含み、前記少なくとも 1 つの方向センサは、好ましくは、前記外科手術用具に対して遠位方向にレーザ光を出射するように装着されており、好ましくは、前記外科手術用具の長手方向に対して実質的に平行に配向されている、請求項 3 3 ~ 3 5 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

【請求項 3 7】

前記位置データ生成手段および前記配向データ生成手段は、複合型の位置データおよび配向データ生成手段に少なくとも部分的に一体化されている、請求項 3 3 ~ 3 6 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

30

【請求項 3 8】

前記最小侵襲性手術空洞の前記表面部分の決定された前記 3 D 表面外形上への、前記外科手術用具の前記リアルタイム相対的空間位置の描写を表す前記描写データは、動的なパターン表現、色表現の動的なスケーリング、動的な概略的表現、動的なグラフィック表現、および/または、動的な拡張現実表現の描写をコード化する描写データを含み、好ましくは、コード化された前記描写は、前記外科手術用具の画像ではない正確な描写を含む、請求項 1 ~ 3 7 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

40

【請求項 3 9】

前記描写データは、動的なパターン表現の描写をコード化するデータを含み、前記動的なパターン表現は、決定された前記 3 D 表面外形上に衝突する出射された光パターンに似ているバーチャルパターンの描写を含み、前記バーチャルパターンは、好ましくは、アーチ形状の線、環状の線、または複数の角度付きの線のうち少なくとも 1 つを含む、請求項 3 8 に記載の描写システム。

【請求項 4 0】

前記動的なパターン表現は、決定された前記 3 D 表面外形上への前記バーチャルパターンの描写を含み、前記描写が、前記バーチャルパターンの動的な修正を含むようになっており、前記動的な修正は、前記外科手術用具の決定された前記リアルタイム空間的位置に

50

相関している、請求項 38 または請求項 39 に記載の描写システム。

【請求項 41】

前記描写は、色表現の動的なスケーリングの描写を含み、前記色表現の動的なスケーリングは、決定された前記 3D 表面外形に対する前記外科手術用具の決定された前記リアルタイム空間的位置の視覚的な色付きの表現を含み、その着色は、決定された前記 3D 表面外形に対する前記外科手術用具の前記動作によって引き起こされる前記空間位置および任意の配向の変化に相関して動的に修正される、請求項 38 または請求項 40 に記載の描写システム。

【請求項 42】

前記描写は、動的な概略的表現を含み、前記動的な概略的表現は、決定された前記 3D 表面外形に対する前記外科手術用具の決定された前記リアルタイム空間的位置の図表示を含み、前記図表示は、決定された前記 3D 表面外形に対する前記外科手術用具の前記動作によって引き起こされる前記空間位置および任意の配向の変化に相関して動的に修正される、請求項 38 ~ 41 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

10

【請求項 43】

前記描写は、動的なグラフィック表現の描写を含み、前記動的なグラフィック表現は、決定された前記 3D 表面外形に対する前記外科手術用具の決定された前記リアルタイム空間的位置のグラフィック表現を含み、前記グラフィック表現は、決定された前記 3D 表面外形に対する前記外科手術用具の前記動作によって引き起こされる前記空間位置および任意の配向の変化に相関して動的に修正される、請求項 38 ~ 42 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

20

【請求項 44】

前記描写は、動的な拡張現実表現の描写を含み、前記動的な拡張現実表現は、決定された前記 3D 表面外形に対する前記外科手術用具の決定された前記リアルタイム空間的位置の拡張現実表現を含み、前記拡張現実表現は、決定された前記 3D 表面外形に対する前記外科手術用具の前記動作によって引き起こされる前記空間位置および任意の配向の変化に相関して動的に修正される、請求項 38 ~ 43 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

【請求項 45】

前記描写は、ピープ音などのような音描写を含み、音色およびピープレートのうち少なくとも一方は、前記外科手術用具と前記表面部分の間の相対的距離に相関している、請求項 38 ~ 43 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

30

【請求項 46】

計算された前記描写データは、前記表示ユニットの上で変位させられるように構成されており、前記表示ユニットは、2D スクリーン、3D スクリーン、プロジェクタシステム（例えば、拡張型プロジェクタシステムなど）、ウェアラブル表示ユニット（ゴーグル）、または、それらの任意の組み合わせから選択される、請求項 1 ~ 45 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

【請求項 47】

計算された前記描写データは、スクリーンなどのようなピクセルベースの表示ユニットのためのピクセルデータを含み、前記ピクセルデータは、好ましくは、少なくとも 16 ビットパーピクセル (bpp)、例えば、少なくとも 20 bpp などを含む、ハイカラーまたはトゥルーパーカラーを表示するのに好ましい、赤 - 青 - 緑ピクセルデータを含む、請求項 1 ~ 46 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

40

【請求項 48】

前記最小侵襲性手術空洞の前記表面部分の決定された前記 3D 表面外形上への、前記外科手術用具の前記リアルタイム空間位置の描写を表す前記描写データの前記ピクセルデータは、決定された前記 3D 表面外形に対する前記外科手術用具の前記動作によって引き起こされる前記空間位置および任意の配向の変化に相関して動的に修正され、好ましくは、計算された前記描写データは、2D 表示、例えば、少なくとも約 1000 ピクセルの 2D 表示など、例えば、任意にサブピクセルを含む少なくとも 10,000 ピクセルの 2D 表

50

示などのためのピクセルデータを含む、請求項 4 6 に記載の描写システム。

【請求項 4 9】

前記表示ユニットは、前記描写システムの一部であり、前記表示ユニットは、好ましくは、2Dスクリーン、3Dスクリーン、プロジェクタシステム（例えば、拡張型プロジェクタシステムなど）、ウェアラブル表示ユニット（ゴーグル）、または、それらの任意の組み合わせから選択される、請求項 1 ~ 4 8 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

【請求項 5 0】

前記描写システムは、リアルイメージングシステムを含み、前記リアルイメージングシステムは、前記最小侵襲性手術空洞の前記少なくとも 1 つの表面部分のリアルイメージングのためのリアルイメージングデータを生成するように構成されており、前記リアルイメージングシステムは、2Dリアルイメージングシステム、3Dリアルイメージングシステム、バーチャルリアリティリアルイメージングシステム、拡張現実リアルイメージングシステム、または、それらの任意の組み合わせである、請求項 1 ~ 4 9 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

10

【請求項 5 1】

前記リアルイメージングシステムは、前記最小侵襲性手術空洞の前記少なくとも 1 つの表面部分の少なくとも 1 つのリアルイメージを取得するための画像記録装置（カメラ）を含み、前記画像記録装置は、好ましくは、内視鏡の一部であり、前記画像記録装置は、好ましくは、好ましくは前記最小侵襲性手術空洞の前記少なくとも 1 つの表面部分のリアルタイムイメージを取得するビデオスコープである、請求項 5 0 に記載の描写システム。

20

【請求項 5 2】

前記画像記録装置は、ピクセル検出器の形態の 2D配列の検出器を含む 2D記録装置であり、好ましくは、前記画像記録装置は、少なくとも 1000ピクセル、例えば、少なくとも 10,000ピクセルなどを含み、好ましくは、前記画像記録装置は、少なくとも 1メガピクセルを含むメガピクセル記録装置である、請求項 5 1 に記載の描写システム。

【請求項 5 3】

前記画像記録装置は、ピクセル検出器の形態の 3D配列の検出器を含む 3D記録装置であり、好ましくは、前記画像記録装置は、少なくとも 1000ピクセル、例えば、少なくとも 10,000ピクセルなどを含み、好ましくは、前記画像記録装置は、少なくとも 1メガピクセルを含むメガピクセル記録装置である、請求項 5 1 に記載の描写システム。

30

【請求項 5 4】

前記画像記録装置は、前記最小侵襲性手術空洞の 3D空間の中の前記少なくとも 1 つの表面部分を表す前記 3次元（3D）データを前記コンピュータシステムに提供するための前記 3D表面データ生成手段の少なくとも一部を構成している、請求項 5 1 ~ 5 3 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

【請求項 5 5】

前記描写システムは、前記最小侵襲性手術空洞の前記少なくとも 1 つの表面部分のリアルイメージングを提供するために前記表示ユニットに前記リアルイメージングデータを送信するように構成されており、前記リアルイメージングは、好ましくは、取得された前記イメージを表示することを含む、請求項 5 0 ~ 5 4 のいずれか 1 項に記載の描写システム

40

【請求項 5 6】

前記描写システムは、前記最小侵襲性手術空洞の前記少なくとも 1 つの表面部分の前記リアルイメージング、および、共通の表示ユニットによる前記外科手術用具の動作の前記リアルタイム相関描写を表示するように構成されている、請求項 5 0 ~ 5 5 のいずれか 1 項に記載の描写システム。

【請求項 5 7】

前記描写システムは、前記最小侵襲性手術空洞の前記少なくとも 1 つの表面部分の前記リアルイメージングを表示し、並びに、前記リアルイメージング上において、前記最小侵襲性手術空洞の前記表面部分の前記表面外形上に、前記外科手術用具の前記リアルタイム

50

相対的空間位置の前記描写を表示するように構成されており、好ましくは、前記最小侵襲性手術空洞の前記表面部分の前記表面外形上への前記外科手術用具の前記リアルタイム相対的空間位置の前記描写は、前記最小侵襲性手術空洞の前記少なくとも1つの表面部分の前記リアルタイムイメージング上に投影されており、前記最小侵襲性手術空洞の前記表面部分の前記表面外形上への前記外科手術用具の前記リアルタイム相対的空間位置の前記描写は、好ましくは、前記最小侵襲性手術空洞の前記少なくとも1つの表面部分の前記リアルタイムイメージングに対して少なくとも部分的に透明になっている、請求項50～56のいずれか1項に記載の描写システム。

【請求項58】

前記描写システムは、ロボットコントローラを含み、前記ロボットコントローラは、前記コンピュータシステムとデータ接続しているか、または、前記コンピュータシステムと一体化されており、前記ロボットコントローラは、好ましくは、前記3D表面データ、前記リアルタイム空間位置データ、および、好ましくは前記リアルタイム配向データ、並びに、任意の派生データ（例えば、前記描写データなど）を含む、前記データを受け取るように構成されており、前記ロボットコントローラは、最小侵襲性手術処置を実施するための前記外科手術用具を操作するためのロボットを制御するように構成されている、請求項1～57のいずれか1項に記載の描写システム。

【請求項59】

前記ロボットコントローラは、前記データを前記コンピュータシステムから取得するように構成されている、請求項58に記載の描写システム。

【請求項60】

前記ロボットコントローラは、指導担当（アシスタント外科医）から指示を受け取るように構成されており、前記コントローラは、好ましくは、デジタルユーザインターフェースを介したデータ入力によって、および/または、口頭での指示によって、指導担当から指示を受け取るように構成されており、前記ロボットコントローラは、好ましくは、前記指導担当の指示にตอบสนองして、前記外科手術用具の動作を修正するように構成されている、請求項58または請求項59に記載の描写システム。

【請求項61】

描写システムは、前記ロボットコントローラを介して、最小侵襲性手術処置を実施するために前記外科手術用具を操作するための前記ロボットを制御すること、および、前記描写データを前記表示ユニットに送信することを同時に行うように構成されており、前記描写は、前記ロボットによる前記外科手術用具の前記動作のリアルタイム相関描写を含む、請求項58～60のいずれか1項に記載の描写システム。

【請求項62】

前記コンピュータシステムは、メモリを含み、また、性能データセットを記憶するように構成されており、各性能データセットは、最小侵襲性処置に関連付けられた性能データを含み、前記性能データは、好ましくは、少なくとも、前記最小侵襲性処置のための前記位置データを含み、および、好ましくは、前記最小侵襲性処置のための前記3Dデータ、前記配向データ、前記描写データのうちの少なくとも1つ、または、それらの任意の組み合わせを含む、請求項1～61のいずれか1項に記載の描写システム。

【請求項63】

前記コンピュータシステムは、前記各性能データセットを分析するようにプログラムされており、並びに、好ましくは、前記各最小侵襲性処置のフィードバック評価を、表示手段、例えば、前記表示ユニットおよび/またはプリンタなどに送信するようにプログラムされている、請求項62に記載の描写システム。

【請求項64】

前記コンピュータシステムは、選択された性能セットに対して改善された性能データセットを決定するようにプログラムされており、並びに、前記データの少なくとも一部、例えば、前記改善された性能データセットの描写データなどを、表示手段、例えば、前記表示ユニットおよび/またはプリンタなどに送信するようにプログラムされており、好まし

10

20

30

40

50

くは、前記コンピュータは、前記選択された性能セットに関する前記改善された性能データセットと前記選択された性能セットとを比較し、データの相違を決定し、表示手段、例えば、前記表示ユニットおよび/またはプリンタなどに、前記データの相違を送信するようにプログラムされている、請求項62または請求項63に記載の描写システム。

【請求項65】

前記コンピュータシステムは、好ましくは、ユーザから要求があったときに、前記1つ以上の性能データセットのうちの選択されたデータを、表示手段、例えば、前記表示ユニットおよび/またはプリンタなどに送信するようにプログラムされている、請求項62～64のいずれか1項に記載の描写システム。

【請求項66】

前記描写システムは、トレーニングモードで動作するように構成されており、前記外科手術用具はトレーニング用具であり、前記描写システムは、そのトレーニングモードで動作しているときに、前記最小侵襲性手術空洞の前記表面部分の前記表面外形の少なくとも一部分の上に前記トレーニング用具の前記リアルタイム相対的空間位置のトレーニング描写を表すトレーニング描写データを決定するように構成されているとともに、前記トレーニング用具の動作のリアルタイム相関描写のために前記表示ユニットに前記トレーニング描写データを送信するように構成されており、前記トレーニング用具は、任意の、人工の用具または本物の外科手術用具である、請求項62～65のいずれか1項に記載の描写システム。

【請求項67】

前記位置データ生成手段は、前記トレーニング用具の少なくとも一部のリアルタイム空間位置データを得て、得られた前記空間位置データを前記コンピュータシステムに送信するように構成されており、前記コンピュータシステムは、

前記最小侵襲性手術空洞の前記表面部分の前記表面外形の少なくとも一部分の上に、前記トレーニング用具の前記リアルタイム相対的空間位置の前記トレーニング描写を表す前記トレーニング描写データを計算するようにプログラムされており、

前記トレーニング用具の動作のリアルタイム相関描写のために、前記表示ユニットに前記トレーニング描写データを送信するようにプログラムされている、請求項66に記載の描写システム。

【請求項68】

前記コンピュータシステムは、同じまたは対応する最小侵襲性手術空洞に関して、記憶された性能データセットの前記トレーニング描写データおよび関連の性能描写データを送信するように構成されており、好ましくは、前記トレーニング描写データに対する前記性能描写データの比較評価を実施するように構成されており、好ましくは、前記トレーニング描写データおよび関連の性能描写データの送信は、タイムリーに関連付けられる、請求項66または請求項67に記載の描写システム。

【請求項69】

前記コンピュータシステムは、(例えば、指導担当外科医またはトレーニングデータベースからの)指導担当の入力を受け取り、前記指導担当の入力に基づいて指導担当描写データを決定するように構成されており、また、前記指導担当描写データを前記表示ユニットに送信するように構成されており、好ましくは、デジタルユーザインターフェースを介して、または、口頭での指導担当の入力によって、前記コンピュータは、トレーニングデータベースから前記指導担当の入力を取得するように構成されており、前記指導担当の入力は、任意の指導担当の指示である、請求項1～68のいずれか1項に記載の描写システム。

【請求項70】

前記コンピュータシステムは、別々にまたは組み合わせられた描写で表示される前記表示ユニットに、前記描写データおよび前記指導担当描写データを送信するように構成されている、請求項70に記載の描写システム。

【請求項71】

10

20

30

40

50

前記コンピュータシステムは、例えば、並列構成などで、別々に表示される前記表示ユニットに、前記トレーニング描写データおよび/または前記指導担当描写データおよび前記関連の性能描写データを送信するように構成されている、請求項66~70のいずれか1項に記載の描写システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、最小侵襲性手術の間に外科手術用具の動作のリアルタイム描写を生成し、それによって、視覚的におよびリアルタイムに、外科手術用具の位置についての情報を外科医に提供するための描写システムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

ここ数年、従来の直視下手術と比較したときの利益により、最小侵襲性手術がますます使用されている。その理由は、それが、患者組織に対する外傷を低減させ、より小さい傷跡を残し、手術後の痛みを最小化し、患者のより早い回復を可能にするからである。

【0003】

例えば、最小侵襲性手術の典型的な形態である腹腔鏡手術において、外科医は、一連の小さい切開部を通して、腹腔または骨盤腔などのような体腔にアクセスする。腹腔鏡は、切開部を通して挿入され、従来は、モニターに接続され、それによって、外科医が腹腔または骨盤腔の内側を見ることが可能になる。外科的処置を実施するために、外科手術器具は、他の切開部を通して挿入される。それに加えて、手術部位の周りの体腔を流体、好ましくはガス、例えば二酸化炭素によって膨張させて、体腔内に「空気」の空間を生成させ、外科医が手術部位を視認して腹腔鏡器具を移動させるための空間を作るようになっている。

20

【0004】

侵襲性の外科的処置は、一般的に、患者の皮膚の中の開口部（比較的により小さい開口部であることが多い）を通して実施され、手術部位は、内視鏡などのようなカメラを体腔の中へ挿入し、スクリーンの上に画像を表示することによって、外科医のために可視化される。

【0005】

外科医のための映像を改善するために、とりわけ、外科医が手術部位の中のさまざまな器官、組織、および、他の構造体の寸法を決定することをより容易にするために、いくつかのインサイチュ外科的計量学（in-situ surgical metrology）方法が、先行技術において提供されてきた。異なるタイプの光学的なシステムが、手術部位の改善された映像を提供するために適用されており、それは、3D映像に近づいている。

30

【0006】

特許文献1は、内視鏡的な寸法測定値を決定するための装置を開示しており、この装置は、実際の寸法測定値および基準を有する形状を含む手術部位に光パターンを投影するための光源と、投影された光パターンの実際の寸法測定値を手術部位と比較することによって、手術部位の上の投影光パターンを分析するための手段とを含む。

40

【0007】

特許文献2は、画像を生成するためのシステムを開示しており、このシステムでは、外科医が、手術野にパターンをマークするために非可視光を使用することによって、手術野の中の構造体の寸法または構造体同士の間隔を測定するために画像を使用することができる。このシステムは、第1のカメラと、第2のカメラと、人間の目に見えない周波数の光を作り出す光源と、非可視光源から所定のパターンの光を投影する分散ユニットと、所定のパターンの非可視光をターゲット領域の上に投影する器具と、可視光を第1のカメラに導き、所定のパターンの非可視光を第2のカメラに導くバンドパスフィルターとを含み、第2のカメラが、ターゲット領域および所定のパターンの非可視光を画像化し、3次元の画像をコンピュータで計算する。

50

【0008】

特許文献3は、内視鏡外科的ナビゲーションシステムが、追跡サブシステムを含み、内視鏡処置の間に可撓性の内視鏡の位置および配向を表すデータを入手し、手術中のおよび/または手術前のスキャンイメージとともにライブ内視鏡ビデオの重ね合わせを可能にすることを開示している。内視鏡の位置および配向は、内視鏡の上に配設されている1つ以上のセンサおよび/または他の信号生成素子を使用して検出される。

【0009】

特許文献4は、医師が外科手術のために複数の器具を使用すると同時にそれらの器具のためのイメージガイダンスデータを提供することを可能にするための、イメージガイド外科手術のための方法、システム、デバイス、およびコンピュータ可読媒体を開示している。

10

【0010】

特許文献5は、器具の配向支援および表示のためのシステムを開示しており、器具は、自然にまたは人工に作り出された中空の空洞(人間、動物、物体)の中に挿入されるか、または、その中に存在しており、また、1つ以上のセンサユニットを装備している。1つ以上のセンサユニットを装備している器具の3D位置の複数の測定は、測定システムを位置決めすることによって実施され、身体の中の器具の正確な配向および位置決めがコンピュータ計算され得る。3D位置データは、器具のバーチャルイメージを同期的にコンピュータ計算するために使用される。次いで、バーチャルイメージは、人の身体表面の上の正確な位置に直接的に投影されるか、または、モニターの上の身体表面イメージ(患者の現実のビデオカメライメージ)の中に組み合わせられもしくは重ね合わせられる(仮想または拡張現実)。

20

【0011】

また、患者の空洞表面または器官への最小距離を決定するために、患者器官の内部構造体の改善された視野を提供するための手術空洞の拡張現実映像を生成することが提案されてきた(そのようなシステムは、非特許文献1および非特許文献2の記事に説明されている)。

【0012】

特許文献6は、オペレータが人間の身体の腹腔鏡手術を実施することを支援するための外科的追跡システムを開示している。外科的追跡システムは、a)人間の身体の中の外科的環境のリアルタイムイメージを取得するようになっている少なくとも1つの内視鏡と、b)腹腔鏡手術の間に内視鏡の空間位置を制御するようになっている操縦サブシステムと、c)操縦サブシステムと通信している追跡サブシステムであって、追跡サブシステムは、操縦システムを制御するようになっている、内視鏡の空間位置を関心の領域に導いて修正するようになっている、追跡サブシステムとを含む。このシステムは、外科手術用具の動作のリアルタイム相関イメージを生成する。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】米国特許出願公開第2013/0296712号明細書

40

【特許文献2】国際公開第2013/163391号

【特許文献3】米国特許出願公開第2008071140号明細書

【特許文献4】米国特許出願公開第2010268067号明細書

【特許文献5】米国特許出願公開第2011069159号明細書

【特許文献6】米国特許出願公開第2014163359号明細書

【非特許文献】

【0014】

【非特許文献1】ステファンニコラウら(Stephane Nicolau et al.)による「腹腔鏡外科的腫瘍学における拡張現実(Augmented reality in laparoscopic surgical oncology)」(Surgical Oncology 20 (2011) 189-201)

50

【非特許文献2】チョイヒュンソクら(Choi Hyunseok et al.)による「拡張現実ベースの外科的ナビゲーションにおける深さ認識のための効果的な可視化技法(An effective visualization technique for depth perception in augmented reality-based surgical navigation)」(The international journal of medical robotics and computer assisted surgery, 2015 May 5. doi: 10.1002/racs.1657)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

本発明の目的は、最小侵襲性手術の間に、体腔の少なくとも一部の良好な視認性を提供するための代替的なシステムを提供することであり、とりわけ、手術部位に対する外科手術器具の位置について良好な視覚的情報を外科医に提供することに関する。

【課題を解決するための手段】

【0016】

この目的および他の目的は、特許請求の範囲に定義されているような、および、本明細書で以下に説明されているような、本発明またはその実施形態によって解決される。

本発明またはその実施形態は、複数の追加的な利点を有するということが見出され、それは、以下の説明から当業者に明らかになる。

【0017】

本発明の描写システムは、例えば、外科医または外科手術を実施するためにトレーニングしている人などのユーザに、驚くほど良好な視認性を提供することができるということを示す。ある実施形態では、本発明のシステムは、外科手術用具を画像化するというよりもむしろ、外科手術用具の位置の投影を含む描写を提供することを目指している。それによって、ユーザに対して、単一の描写の中に大量の情報を提供することができる。単一の描写が、大量の情報をユーザに提供することができ、また、本発明は、さらに以下に説明されているように、2つ以上の描写またはイメージを生成するシステムを含む。

【0018】

本発明の描写システムは、外科手術用具の動作のリアルタイム相関描写を生成するのに適している。

システムは、表示ユニットとデータ通信するように構成されているコンピュータシステムと、最小侵襲性手術空洞の3D空間の中の少なくとも1つの表面部分を表す3次元(3D)データをコンピュータシステムに提供するための3D表面データ生成手段であって、表面部分は、ターゲット領域を含む、3D表面データ生成手段と、外科手術用具の少なくとも一部のリアルタイム空間位置データを得て、得られた空間位置データをコンピュータシステムに送信するための、位置データ生成手段と、を含む。

【0019】

3D表面データ生成手段および位置データ生成手段のうちの少なくとも1つは、少なくともターゲット領域の表面位置データを提供するための表面位置データ生成手段を含む。

コンピュータシステムは、3Dデータを使用して、最小侵襲性手術空洞の表面部分のターゲット領域の少なくとも一部の3D表面外形を決定するようにプログラムされており、空間位置データおよび表面位置データを使用して、少なくとも1つの表面部分のターゲット領域の少なくとも一部に対して、外科手術用具のリアルタイム空間的位置を決定するようにプログラムされており、最小侵襲性手術空洞の表面部分の表面外形の少なくとも一部分の上に、外科手術用具のリアルタイム相対的空間位置の描写を表す描写データを計算するようにプログラムされており、外科手術用具の動作のリアルタイム相関描写のために、描写データを表示ユニットに送信するようにプログラムされている。

【0020】

コンピュータシステムは、無線、有線またはインターネットのうち少なくとも1つを介してデータ接続している、単一のコンピュータまたは複数のコンピュータを含んでもよい。

【0021】

最小侵襲性手術空洞は、患者または人工の空洞であってもよい。一般的に、人工の空洞は、トレーニング手順において有用である。他の手順において、および、比較的経験の乏しい外科医の監視された手順において、最小侵襲性手術空洞は、人間または動物などのような患者の最小侵襲性手術空洞であるとよい。

【0022】

最小侵襲性手術空洞は、原理的には、自然に生じる空洞、および、身体の内腔部（偽腔）の膨張によって形成された空洞を含む、任意の種類の内腔部であってもよい。適切な最小侵襲性手術空洞の例は、腹腔（横隔膜と骨盤縁の間の領域）、胸腔、腹骨盤腔（腹腔および骨盤腔の両方を含む）、頭蓋腔（脳を含む）、横隔膜（胸腔および腹骨盤腔を分離する筋肉）、縦隔（胸腔の中の中心領域）、骨盤腔（生殖器官および膀胱を含む）、心膜腔（心臓を含む）、胸膜腔（肺を含む）、胸腔（肋骨、胸骨、および脊柱によって囲われている）、脊髄腔（脊髄を含む）などを含む。

10

【0023】

通常、最小侵襲性手術処置は、外科医が、切開部によって手術部位へのアクセスを提供し、カニューレ（スリーブとも呼ばれる場合がある）を適用し、切開部を通るアクセスポートを提供することを含む。カニューレは、外科手術用具を含む外科手術器具のその後の設置のためのポータルとしての機能を果たす。「外科手術用具」という用語は、最小侵襲性手術空洞の中へ挿入されるようになっている外科手術器具の遠位部を指定するために本明細書で使用されている。外科手術器具は、通常、遠位端部および近位端部を有しており、また、その近位端部においてハンドル部分を含み、その遠位端部において外科手術用具を含み、また、ハンドル部分を外科手術用具に接続する本体部分を含む。外科手術用具は、例えば、グラスパー、はさみ、ステープラなどであってもよい。ある実施形態では、外科手術器具の本体部分は、外科手術用具の一部として考えられる。

20

【0024】

例えば、外科手術用具部分に装着されているセンサは、外科手術器具の本体部分に装着することができる。

カニューレは、通常、1つ以上のシールを含み、ガスが抜け出さないようにシールし、器具を収容する。カニューレが挿入された後に、最小侵襲性手術空洞は、通常、空洞の中にガスを吹き込むことによって拡大され、それによって、最小侵襲性手術処置を実施するのに十分に大きい空洞が提供される。

30

【0025】

最小侵襲性手術空洞の表面は、非常に湾曲していることが多い。最小侵襲性手術空洞の表面の「ターゲット領域」という用語は、外科医が重点を置いている領域を指定するために本明細書で使用されており、ターゲット領域は、手術部位、および/または、潜在的に外科手術手順の間の損傷のリスクのある表面積を含むとよい。描写データは、最小侵襲性手術の表面部分の表面外形の少なくとも一部分の上に、外科手術用具のリアルタイム空間位置の描写を表しており、ここで、表面外形の部分は、最小侵襲性手術処置の間に、ターゲット領域の表面外形を常に含む必要はない。ターゲット領域の外形は、外科手術用具がターゲット領域に接近しているときに、表面外形の部分の一部を形成することが十分である。

40

【0026】

本明細書において、「リアルタイム」という語句は、コンピュータが常に変化するデータを受け取って処理することを必要とする時間を意味するために使用されており、それは、任意の構成として、他のデータと組み合わせて行われ、他のデータは、例えば、所定のデータ、参照データ、推定されたデータなどであり、それは、非リアルタイムデータであってもよく、例えば、一定のデータ、または、1分を上回る周波数とともに変化するデータなどであり、それによって、それらが起こるときに、または、最大で発生5秒以内に、好ましくは1秒以内に、より好ましくは、0.1秒以内に、対応する実際の変化の描写を提供する。

50

【 0 0 2 7 】

遠位および近位という用語は、外科手術用具の配向との関連で解釈されるべきであり、すなわち、外科手術用具の遠位端部は、外科手術用具を含む外科手術器具がそれを通して挿入される切開部から最も遠い外科手術用具の部分である。

【 0 0 2 8 】

「遠位に」という語句は、外科手術用具に対して遠位方向の位置に配置されているということを意味しており、ここで、方向は、外科手術用具の近位端部と外科手術用具の遠位端部との間の直線として決定される。「遠位に配置されている」という語句は、外科手術用具の遠位端部に対して遠位に配置されているということを意味している。

【 0 0 2 9 】

本明細書において、「実質的に」という用語は、通常の製品差異および公差が含まれているということを意味するように理解されるべきである。

「約」という用語は、一般的に、測定の不確かさが含まれることを確実にするために使用されている。本明細書において、「約」という用語は、範囲において使用される場合には、その範囲に測定の不確かさが含まれることを意味すると理解されるべきである。

【 0 0 3 0 】

「含む」という用語は、本明細書で使用される場合には、非限定用語として解釈されるべきであることが強調され、すなわち、例えば、構成部分、ユニット、整数、工程、構成要素、および、それらの組み合わせなど、具体的に述べられている特徴の存在を特定することが理解されるべきであるが、1つ以上の他の述べられている特徴の存在または追加を除外するものではない。

【 0 0 3 1 】

本明細書または特許請求の範囲の全体を通して、別段の定めがない限り、または、文脈によって必要とされない限り、単数形は、複数形を包含する。

描写データ計算の中に含まれている表面外形の一部分、すなわち、領域の広がり、原理的には、ゼロよりも大きい任意の寸法を有してもよい。望ましくは大量の情報を含有する描写をユーザに提供するために、表面外形の一部分は、部分の表面外形を反映するのに十分に大きい寸法を有するとよい。ある実施形態では、表面外形の一部分は、平面（すなわち、この平面は、最大の投影面を提供する平面として選択される）上への表面外形の投影の最大寸法として決定される、少なくとも約 5 mm^2 、例えば、少なくとも約 10 mm^2 など、例えば、少なくとも約 1 cm^2 など、例えば、少なくとも約 5 cm^2 など、例えば、少なくとも約 10 cm^2 など、例えば、少なくとも約 25 cm^2 などの寸法を有している。ある実施形態では、表面外形の一部分は、少なくともターゲット領域と同程度の大きさの寸法、および/または、少なくとも手術部位と同程度の大きさの寸法を有している。

【 0 0 3 2 】

描写データ計算の中に含まれる表面外形の部分は、リアルタイム位置データに依存して動的に変化する寸法を有してもよく、それによって、描写は、外科手術用具の任意の動作を明らかにすることができる。

【 0 0 3 3 】

ある実施形態では、表面外形の部分は、外科手術用具の一部の空間位置と表面部分との間の距離の増加とともに増加している。

ある実施形態では、3D表面データ生成手段および/または位置データ生成手段は、描写システムの一部であり、3D表面データ生成手段および/または位置データ生成手段は、コンピュータシステムによって制御されるとよい。コンピュータシステムは、3D表面データ生成手段および/または位置データ生成手段の動作を制御するようにプログラムされることが好ましい。

【 0 0 3 4 】

3D表面データ生成手段は、コンピュータシステムに3D表面データを提供することができる任意の手段であってもよく、3D表面データは、例えば、データベースからのデー

10

20

30

40

50

タ、ユーザによってコンピュータシステムに供給されるデータなどであり、それは、例えばスキャニングによって、例えばCTスキャニング、例えばMRによって、例えば、事前測定されたデータまたはリアルタイムに測定されるデータの形態になっている。

【0035】

ある実施形態では、3D表面データ生成手段は、3Dデータベースシステムを含む。3Dデータベースシステムは、分類された最小侵襲性手術空洞のそれぞれの少なくとも1つの表面部分に関する少なくとも1つの3Dデータセットを含み、各3Dデータセットは、分類された最小侵襲性手術空洞のうちの少なくとも1つの表面部分に関連付けられている。コンピュータは、分類された最小侵襲性手術空洞の少なくとも1つの表面部分に関する3Dデータセットを取得するように構成されることが好ましい。

10

【0036】

分類された複数の最小侵襲性手術空洞は、それらの各分類によって表されることが好ましい。分類は、原理的には、分類された最小侵襲性手術空洞を説明する任意の分類データ、例えば、空洞のタイプ、患者の年齢、患者の体重、患者の性別、身長、身体回りの寸法、または、上述のもしくは任意の他の特定の患者データまたは患者データの平均もしくは水準を含む任意の組み合わせを含んでもよい。

【0037】

ある実施形態では、コンピュータは、3Dデータセットを選択するための指示を受け取るようにプログラムされており、また、指示に基づいて、選択された3Dデータセットを3Dデータベースから取得するようにプログラムされている。指示は、分類データを含むとよい。指示は、例えば、デジタルユーザインターフェースを介して、および/または、ユーザが口頭により、コンピュータシステムに与えることができる。

20

【0038】

別段の定めがない限り、本明細書において、「ユーザ」という用語は、任意のユーザ、例えば、外科医、アシスタント外科医、指導担当、指導担当としての役割を果たすようにプログラムされたコンピュータ、人工知能コンピュータ、および/またはロボットなどを含むように使用されており、ここで、ロボットは、外科医の少なくとも1つの職務を果たすように、例えば、最小侵襲性手術処置を実施または支援するようにプログラムされている。

【0039】

ある実施形態では、コンピュータは、いくつかの3Dデータセットを選択するための分類データを含む指示を受け取るようにプログラムされており、また、この指示に基づいて、選択された3Dデータセットを得て、得られた3Dデータセットを処理し、結果として生じる3Dデータを決定するようにプログラムされており、結果として生じる3Dデータは、最小侵襲性手術空洞の表面部分の3D表面外形を決定するために適用される。

30

【0040】

データベースシステムは、例えば、無線接続、有線接続、インターネット、または、コンピュータシステムのメモリの上への読み込みのうち、少なくとも1つによって、コンピュータとデータ接続可能であるか、または、コンピュータとデータ接続している。

【0041】

データベースシステムは、新しい3Dデータセットをデータベースに追加することによって、連続的に構築または更新することができる。

40

ある実施形態では、データベースシステムは、メモリに読み込まれており、メモリは、コンピュータシステムとデータ通信しているか、または、コンピュータシステムの一部である。

【0042】

データベースの3Dデータセットは、任意の方法によって得ることができ、また、通常、以前に実施された最小侵襲性手術処置からの3Dデータセット、並びに/または、推定されたおよび/もしくは計算された3Dデータセット、および/または、さらに以下に説明されているようなスキャニングによって得られた3Dデータセットであってもよい。

50

【 0 0 4 3 】

3 Dデータセットのうちの一つまたは複数は、推定された3 Dデータ、計算された3 Dデータ、測定された3 Dデータ、または、それらの任意の組み合わせを含むとよい。3 Dデータセットは、年齢、性別、体重、身長、身体回りの寸法、または、上述のものを含む任意の組み合わせを含む患者特性などのような、患者特性にそれぞれ関連付けられることが好ましい。

【 0 0 4 4 】

3 Dデータセットの推定された3 Dデータ、計算された3 Dデータ、および/または、測定された3 Dデータは、最小侵襲性手術空洞の表面部分の3 Dデータを得るための、先行技術から知られている方法、および/または、本明細書で説明されている方法などのような、任意の方法によって、得られるかまたは生成することができる。とりわけ超音波を利用した方法において、C Tスキニングおよび/またはM R Iが適切であり、また、ステファンニコラウら (Stephane Nicolau et al.) による「腹腔鏡外科的腫瘍学における拡張現実 (Augmented reality in laparoscopic surgical oncology)」 (Surgical Oncology 20 (2011) 189-201)、および、チョイヒュンソクら (Choi Hyunseok et al.) による「拡張現実ベースの外科的ナビゲーションにおける深さ認識のための効果的な可視化技法 (An effective visualization technique for depth perception in augmented reality-based surgical navigation)」 (The international journal of medical robotics and computer assisted surgery, 2015 May 5. doi: 10.1002/rcs.1657) という記事に開示されているような先行技術方法も適切である。

10

20

【 0 0 4 5 】

ある実施形態では、3 D表面データ生成手段は、選択された患者に関する3 Dデータをコンピュータ上に与えるためのユーザ入力データ接続を含む。コンピュータは、任意の構成として、例えば、2 Dおよび/または3 Dなどのイメージを読み取るように構成されている読取機を含むことによって、および、読み取られたイメージから3 Dデータを生成するソフトウェアを含むことによって、そのようなユーザ入力3 Dデータを受け取るように構成されている。ユーザ入力3 Dデータは、3 Dデータセットとして、データベースシステムに追加されるとよい。

【 0 0 4 6 】

ある実施形態では、3 D表面データ生成手段は、最小侵襲性手術空洞の少なくとも表面部分に関する3 Dデータの少なくとも一部を決定するための3 D表面センサシステムと、決定された3 Dデータをコンピュータに送信するための送信手段とを含み、任意の構成として、描写システムは、決定された3 Dデータを、3 Dデータセットとしてデータベースシステムに追加するように構成されている。コンピュータシステムは、3 D表面センサシステムから受け取られた決定された3 Dデータを、3 Dデータセットとしてデータベースシステムに追加するように構成されることが好ましい。

30

【 0 0 4 7 】

送信手段は、デジタル形態の3 Dデータを送信するのに適切な任意の手段であることが好ましい。適切な送信手段は、U S Bキー送信手段、通信線を利用した送信手段、および/または無線送信手段、例えば、ブルートゥース (登録商標) などを含む。

40

【 0 0 4 8 】

表面センサシステムは、表面部分の3 Dデータを決定するのに適切な任意のタイプの表面センサを含んでもよい。好適な実施形態では、3 D表面センサシステムは、空間的基準に関して、少なくとも一つの局所参照センサを含むことが好ましい。少なくとも一つの局所参照センサは、患者の上に、および/または、患者のための支持台 (外科手術台) の上に、位置決めされるとよい。

【 0 0 4 9 】

ある実施形態では、複数の参照センサが存在しており、参照センサは、互いの位置を突き止めるように通信し、それによって、例えば米国特許出願公開第2 0 0 7 / 0 6 0 0 9 8号明細書または米国特許第6, 6 3 1, 2 7 1号明細書に説明されているような、X .

50

Y・Z次元空間を画定するように構成されることが好ましい。ある実施形態では、3D表面センサシステムは、カージーら (Karjee et al.) による「3次元の分散型ワイヤレスセンサネットワークにおける空間的データ推定 (Spatial Data Estimation in Three Dimensional Distributed Wireless Sensor Networks)」(Embedded Systems (ICES), 2014 International Conference 3-4 July 2014, IEEE ISBN 978-1-4799-5025-6) に説明されているようなものである。

【0050】

ある実施形態では、3D表面データ生成手段は、ターゲット領域の表面位置データを提供するための表面位置データ生成手段を含む。表面位置データ生成手段は、先に説明されている少なくとも1つの局所参照センサを含むとよい。

10

【0051】

3D表面センサシステムは、3D光学センサ、音響センサ、磁気センサ、電気センサ、電磁センサ、または、それらの任意の組み合わせを含むとよい。

ある実施形態では、3D表面センサシステムは、ステファンニコラウら (Stephane Nicolau et al.) による「腹腔鏡外科的腫瘍学における拡張現実 (Augmented reality in laparoscopic surgical oncology)」(Surgical Oncology 20 (2011) 189-201) に説明されているような表面追跡システムを含む。

【0052】

センサシステムの1つ以上のセンサは、原理的には、表面部分の少なくとも一部をセンシングすることができる限りにおいて、どこにでも位置決めされ得る。センサシステムの1つ以上のセンサは、描写システムの一部であってもよい。センサシステムの1つ以上のセンサが、1つ以上の構成部分に固定されているか、または、1つ以上の構成部分と一体化されている場合に、この/これらの1つ以上の構成部分は、描写システムの一部を形成してもよい。

20

【0053】

ある実施形態では少なくとも1つのセンサは、トロカールの上に位置決めされているか、または、位置決めされるようになっており、トロカールは、描写システムの一部であることが好ましい。ある実施形態では、少なくとも1つのセンサは、外科手術器具の上に、好ましくは最小侵襲性手術において使用するための外科手術器具の外科手術用具の上に、位置決めされているか、または、位置決めされるようになっており、外科手術器具または外科手術用具は、描写システムの一部であることが好ましい。ある実施形態では、少なくとも1つのセンサは、最小侵襲性手術において使用するための内視鏡の上に位置決めされているか、または、位置決めされるようになっており、内視鏡は、描写システムの一部であることが好ましい。ある実施形態では、少なくとも1つのセンサは、患者の上に、例えば、最小侵襲性手術空洞の中に、例えば、その表面の上、または、患者の皮膚の表面の上の外部などに、位置決めされているか、または、位置決めされるようになっており、ある実施形態では、少なくとも1つのセンサは、最小侵襲性手術空洞の中へ少なくとも部分的に挿入され得るセンサ器具の上に位置決めされているか、または、位置決めされるようになっており、センサ器具は、描写システムの一部であることが好ましい。ある実施形態では、少なくとも1つのセンサは、最小侵襲性手術空洞の外部に位置決めされるようになっており、例えば、手動で操作されるかまたはロボットによって操作されるようになっており、外部センサ (例えば、スキャニング器具 - CT、NMR、MR、UV、またはIRスキャナーのうち少なくとも1つ) および任意のロボットは、描写システムの一部を形成することが好ましい。

30

40

【0054】

ある実施形態では、3D表面センサシステムは3D光学センサシステムを含み、3D光学センサシステムは少なくとも1つの光源および少なくとも1つの光学式読取機を含み、少なくとも1つの光学式読取機は、例えば、カメラなどのような2D配列の検出器を含む画像記録装置などであり、3D光学センサシステムは2眼式センサシステムまたは多眼式センサシステムであることが好ましい。

50

【 0 0 5 5 】

3 D 光学センサ供給源の光源は、原理的には、任意の種類的光源、例えば、照明光源、不可視光源など、例えば、I R 光源を含んでもよい。

光源は、コヒーレント光源または非コヒーレント光源であってもよい。光源の例は、半導体光源、例えば、レーザダイオードおよび / または V C S E L 光源など、並びに、狭帯域幅光源および広帯域光源を含む任意の種類的光源を含む。

【 0 0 5 6 】

ある実施形態では、光源は、1 n m から約 4 0 n m などのような、最大で約 5 0 n m の帯域幅 (半値全幅 - F W H M) を有している。好ましい光源の狭帯域幅は、約 2 5 n m 以下、例えば、約 1 0 n m 以下などである。

10

【 0 0 5 7 】

ある実施形態では、光源は、例えば、4 0 0 n m から 2 6 0 0 n m の帯域幅領域の中の少なくともオクターブに及ぶ、スーパーコンティニウム光源などのような、広帯域光源である。シリカファイバーの中を送信される光は、2 6 0 0 n m を超えると、強力に減衰する。

【 0 0 5 8 】

ある実施形態では、光源は、約 1 0 n m から約 4 0 0 n m の、例えば、約 2 0 0 n m から約 4 0 0 n m などの U V 領域の中の少なくとも 1 つの電磁波長を出射するように構成されている。

【 0 0 5 9 】

ある実施形態では、光源は、約 4 0 0 n m から約 7 0 0 n m 、例えば、約 5 0 0 n m から約 6 0 0 n m などの可視領域の中の少なくとも 1 つの電磁波長を出射するように構成されている。

20

【 0 0 6 0 】

ある実施形態では、光源は、約 7 0 0 n m から約 1 m m 、例えば、約 8 0 0 n m から約 2 5 0 0 n m などの I R 領域の中の少なくとも 1 つの電磁波長を出射するように構成されている。

【 0 0 6 1 】

ある実施形態では、光源は、不可視領域、例えば、U V 領域または I R 領域などの中の少なくとも 1 つの波長を含む。

30

光源は、波長および / またはパワーに関して調整可能であるとよい。

【 0 0 6 2 】

光源は、内視鏡に接続されているか、または、内視鏡の中に一体化されているとよい。

ある実施形態では、3 D 光学センサシステムは、2 つの光源を含み、それらは、等しいまたは異なる波長のレーザ源であることが好ましく、異なる光ビーム角度 (各光ビームの真ん中の光線の角度として決定される) で表面に向けて出射される。

【 0 0 6 3 】

ある実施形態では、3 D 光学センサシステムは、例えば米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 1 4 5 7 4 6 号明細書に説明されているような、USING BEAM PHASE 干渉決定に基づいている。

40

【 0 0 6 4 】

ある実施形態では、3 D 光学センサシステムは、例えば、位相光学素子 (例えば、回折光学素子 (D O E)) 、空間光変調器、高次回折レンズ、ホログラフィックレンズ、フレネルレンズ、コンピュータ制御光学素子のうちの少なくとも 1 つを含んでもよい。ある実施形態では、D O E は、米国特許出願公開第 2 0 1 3 / 0 0 3 8 8 3 6 号明細書に説明されているようなものであり、例えば、米国特許出願公開第 2 0 1 3 / 0 0 3 8 8 3 6 号明細書の図 1 に示されているようなもの、および / または米国特許出願公開第 2 0 1 3 / 0 0 3 8 8 3 6 号明細書の段落 [0 0 1 5] に説明されているようなものである。

【 0 0 6 5 】

ある実施形態では、3 D 光学センサシステムは、例えば、国際公開第 2 0 1 3 / 1 6 3

50

391号に説明されているような、2つのカメラを含む。

ある実施形態では、少なくとも1つの光源は、光学的な追跡用光パターンを出射するように構成されており、パターンは、表面の上に衝突させられたときに、並びに、表面から反射および/または散乱したときに、表面の外形を明らかにし、それによって、光学式読取機によって記録される3Dデータを提供し、この実施形態では、3D光学センサシステムは、米国特許出願公開第2013/0296712号明細書および/もしくは欧州特許第258634号明細書に説明されている装置であるか、または、それを含んでもよい。

【0066】

ある実施形態では、光源は、実質的に静止した光学パターンを表面部分の少なくとも一部の上に出射するようになっており、このパターンは、表面に衝突したときに、並びに、表面から反射および/または散乱したときに、表面の外形を明らかにし、それによって、光学式読取機によって記録される3Dデータを提供し、光学的パターン出射源は、内視鏡の上に任意に位置決めされており、内視鏡は、最小侵襲性手術処置の間に実質的に静止した状態に保持されるようになっており、光学的パターン出射源は、例えば、記録装置も含む内視鏡などの上に位置決めされている。

10

【0067】

以下、「表面から反射および/または散乱する」という用語は、光学的な記録装置によって読み取り可能な関連の表面との任意の相互作用を含むように解釈されるべきである。ここでいう光は、人間の目に可視であっても不可視であってもよく、例えば、300nm

20

未満から2μm超までの波長を含む。

【0068】

描写システムは、静止した光学的パターン源および動的な光学的パターン源の両方を含むことが好ましい。動的な光学的パターン源は、動的な光学パターンを表面部分の少なくとも一部の上に出射する光源の形態になっていることが好ましい。動的な光学パターンは、好ましくは、外科手術用具の上にあることによって動的になっており、記録装置によって記録され得る反射および/または散乱したパターン(表面部分から反射および/または散乱したパターン)が、外科手術用具の動作に関連して変化するようになっており、反射および/または散乱したパターンの変化は、外科手術用具の動作に関連していることが好ましい。関連したパターンの動作は、例えば、国際公開第15/124159号に説明されているように提供されてもよく、それは、例えば、外科手術器具を含むセットを含み、本明細書で説明されているような外科手術用具は、国際公開第15/124159号の外科手術器具の本体部および外科手術用具を含む。関連したパターンの動作は、例えば、DKPA201570483に説明されているように提供することができる。光学的な記録装置は、外科手術用具の上および/もしくは内視鏡の上に装着されてもよく、または、任意の他の適切な手段に装着されてもよい。

30

【0069】

光源は、外科手術用具に一時的にまたは恒久的に固定されてもよく、また、光源は、位置データ生成手段の一部を形成していることが好ましい。

静止した光学的パターン源および動的な光学的パターン源を同時に使用することによって、3Dデータ(または、任意に3Dデータベースシステムからの1つ以上の3Dデータセットを補足された3Dデータの少なくともいくつか)およびリアルタイム位置データの両方を同時に生成することができる。

40

【0070】

ある実施形態では、描写システムは、動的な光学パターンを含み、動的な光学パターンは、好ましくは、先に説明されているように外科手術用具の上に装着されていることによって動的になっており、同時に、システムは、3Dデータ並びに位置データおよび好ましくは配向データの両方を収集するために、外科手術用具または内視鏡に装着された光学的な記録装置を含む。

【0071】

50

ある実施形態では、3D表面センサシステムは、音響センサシステムを含み、音響センサシステムは、少なくとも1つの音波エミッターおよび少なくとも1つの音波受信機を含む。音響センサシステムは、2つ以上の音波受信機、例えば、2D配列の音波受信機など、例えば、 piezo音波受信機を含むことが好ましい。

【0072】

音響センサシステムは、超音波センサを含む。3D光学センサシステムは、例えば、米国特許第4694434号明細書または米国特許出願公開第2014/0204702号明細書のうちのいずれか1つに説明されているようなものであってもよい。

【0073】

ある実施形態では、3D表面センサシステムは、磁気センサシステム、例えば、磁気誘導断層撮影センサシステム、磁気共鳴断層撮影センサ、電磁センサシステムなどのうち、少なくとも1つを含む。

10

【0074】

ある実施形態では、3D表面センサシステムは、電気センサシステム、例えば、マイクロ機械センサシステムを含む。

ある実施形態では、3D表面センサシステムは、X線コンピュータ断層撮影法センサ（CTスキャンセンサ）を含む。

【0075】

位置データ生成手段は、外科手術用具の少なくとも一部のリアルタイム空間位置を決定するのに適切な任意の種類的位置データ生成手段であってもよい。外科手術用具の一部は、少なくとも用具の遠位端部を含むことが好ましい。

20

【0076】

ある実施形態では、外科手術用具の少なくとも一部のリアルタイム空間位置データを得るための位置データ生成手段は、位置センサシステムを含む。位置センサシステムは、3D光学センサ、音響センサ、磁気センサ、電気センサ、電磁センサ、加速度計、ジャイロスコープ、重力計、慣性ナビゲーションシステム、局所位置決めシステム、または、それらの任意の組み合わせを含むことが好ましい。

【0077】

位置センサシステムは、描写システムの一部であってもよい。

ある実施形態では、位置センサシステムは、慣性ナビゲーションシステムを含む。慣性ナビゲーションシステムは、少なくとも、（例えば、コンピュータシステムの）コンピュータ、並びに、加速度計、ジャイロスコープ、および/または、他の運動検出装置を含有する、プラットフォームまたはモジュールを含むとよい。慣性ナビゲーションシステムは、最初に、別の供給源（例えば、人間のオペレータ、GPS衛星受信機など）から、その位置および速度を提供されてもよく、その後、運動センサから受け取られた情報を統合することによって、それ自体の更新された位置および速度をコンピュータ計算する。慣性ナビゲーションシステムの利点は、それが、初期化されると、その位置、配向、または速度を決定するために外部参照を必要としないということである。

30

【0078】

ある実施形態では、位置センサシステムは、センサ構成部分を含み、センサ構成部分は、外科手術用具に接続されるか、または、外科手術用具に物理的に接続されているか、または、外科手術用具に一体化されるようになっている。

40

【0079】

ある実施形態では、位置センサシステムは、磁気式モーションキャプチャシステムを含み、磁気式モーションキャプチャシステムは、少なくとも1つのセンサを含み、少なくとも1つのセンサは、外科手術用具に接続されるか、または、外科手術用具に物理的に接続されているか、または、外科手術用具と一体化されるようになっており、トランスミッター供給源によって生成される低周波磁界を測定する。

【0080】

ある実施形態では、位置センサシステムは、MEMSセンサ磁気式モーションキャプチ

50

ャシステムを含み、MEMSセンサ磁気式モーションキャプチャシステムは、外科手術用具に接続されるか、または、外科手術用具に物理的に接続されているか、または、外科手術用具と一体化されるようになっており、トランスポンダーによって活性化すると、リターン信号を測定する。

【0081】

ある実施形態では、位置センサシステムは、少なくとも1つのセンサを含む音響センサを含み、少なくとも1つのセンサは、例えば、方向決定に関して、精度を向上させるために、外科手術用具の上に装着されているか、または、外科手術用具と一体化されている。

【0082】

位置センサシステムの1つ以上のセンサは、任意な構成として追加的なセンサが外科手術用具の上に装着されているかまたは外科手術用具と一体化されているとよく、3Dセンサシステムのセンサに関して先に説明されているように位置決めされるとよい。1つ以上のセンサは、3Dセンサシステムおよび位置センサシステムの両方の一部であってもよい。

【0083】

ある実施形態では、位置センサシステムは、空間的基準に関して、少なくとも1つの局所参照センサを含むことが好ましい。少なくとも1つの局所参照センサは、好ましくは、患者の上に、例えば、最小侵襲性手術空洞の中、もしくは、患者の外側皮膚の上、および/または、患者のための支持台（例えば、外科手術台）の上に、位置決めされる。

【0084】

ある実施形態では、位置センサシステムは、複数の参照センサを含み、それは、3D表面センサシステムの一部であることが好ましい。参照センサは、互いの位置を突き止め、それによって、例えば、米国特許出願公開第2007/060098号明細書または米国特許第6,631,271号明細書に説明されているように、X・Y・Z次元空間を画定するために通信するように構成されることが好ましい。ある実施形態では、位置センサシステムは、カーギーら（Karjee et al.）による「3次元の分散型ワイヤレスセンサネットワークにおける空間的データ推定（Spatial Data Estimation in Three Dimensional Distributed Wireless Sensor Networks）」（Embedded Systems (ICES), 2014 International Conference 3-4 July 2014, IEEE ISBN 978-1-4799-5025-6）に説明されている技術に基づいている。

【0085】

ある実施形態では、少なくとも1つの参照センサは、局所位置決めシステムを提供し、位置センサシステムは、複数の局所参照センサを含むことが好ましい。

位置センサシステムは、外科手術用具のリアルタイム空間位置データを得て、得られた空間位置データをコンピュータシステムに送信するように構成されており、リアルタイム空間位置データは、X-Y-Z次元空間の中のリアルタイム空間位置データの形態をしているとよい。

【0086】

ある実施形態では、位置センサシステムは、少なくとも1つの距離センサ、例えば、短距離レーザを利用したセンサなど、例えば、SICK AG, Germanyによって提供されるようなものを含む。

【0087】

短距離レーザを利用した距離センサは、例えば、レーザダイオードを使用して、測定対象物の上に光ビームスポットを投影することによって動作している。光学的な受信機によって、反射は、感光素子（例えば、CMOSなど）の上にマッピングされる。マッピングされた光スポットの位置および3D表面データに基づいて、表面部分への距離を決定することができる。

【0088】

リアルタイム空間位置データは、3D空間の中の少なくとも1つの表面部分を表す3Dデータに 관련된位置データを含んでもよく、リアルタイム空間位置データは、外科手術

10

20

30

40

50

用具または外科手術用具の少なくとも1つの部分から、表面部分への、好ましくは表面部分のターゲット領域への距離を決定することを含むことが好ましい。

【0089】

ある実施形態では、リアルタイム空間位置データは、例えば、短距離レーザを利用した距離センサを使用して、外科手術用具または外科手術用具の少なくとも1つの部分（好ましくは、その遠位端部）から用具の配向方向に相関した表面部分の一地点への距離を決定することを含み、用具の配向方向は、用具がそれを通して挿入される最小侵襲性手術空洞の中へのアクセス開口部、および、空洞の中への用具の最も遠い延在部から決定される。この配向方向は、外科手術用具の長手ベクトル方向とも称され、および/または、外科手術用具が曲げられていないかまたは曲げ可能でない場合には、外科手術用具の長手方向とも称される。外科手術用具が曲げられている場合に、長手方向は、曲げ部から用具の最も遠位部への外科手術用具の遠位部の方向として決定される。

10

【0090】

ある実施形態では、リアルタイム空間位置データは、外科手術用具または外科手術用具の少なくとも1つの部分（好ましくは、その遠位端部）から、外科手術用具に対する遠位方向への表面部分の一地点への距離を決定することを含む。

【0091】

3D表面センサシステムおよび位置センサシステムは、複合型の3D表面および位置センサシステムを形成するために、少なくとも部分的に一体化されているとよい。この3D表面および位置センサシステムは、描写システムの一部であることが好ましい。

20

【0092】

ある実施形態では、コンピュータシステムは、3D表面データ生成手段とデータ接続しており、また、3D表面データ生成手段から、最小侵襲性手術空洞の3D空間の中の少なくとも1つの表面部分を表す3Dデータを取得するように構成されている。コンピュータシステムは、ユーザインターフェースを介して、3Dデータを取得するための指示を受け取るように構成されており、また、そのような指示を受け取ると、3Dデータを取得するように構成されていることが好ましい。

【0093】

ある実施形態では、コンピュータシステムは、各ユーザ手順に関して、単一の時間データパッケージの中の最小侵襲性手術空洞の3D空間の中の少なくとも1つの表面部分を表す3Dデータを取得するように構成されている。この実施形態では、最小侵襲性手術空洞の3D空間の中の少なくとも1つの表面部分を表す、取得された3Dデータは、最小侵襲性手術処置の全体において使用されてもよく、3D表面データ生成手段は、コンピュータシステムによって制御され、1つのデータパッケージの中で1度だけ、最小侵襲性手術空洞の3D空間の中の少なくとも1つの表面部分を表す3Dデータを取得するとよい。

30

【0094】

別の実施形態では、コンピュータシステムは、各ユーザ手順に関して、最小侵襲性手術の3D空間の中の少なくとも1つの表面部分を表す3Dデータパッケージを連続して取得することによって、3Dデータを取得するように構成されている。連続して取得された3Dデータパッケージは、タイムリーに更新される3Dデータ、および/または、連続して取得された3Dデータパッケージのそれぞれに関する3D空間の中の少なくとも1つの追加的な表面部分を表す3Dデータを含むことが好ましい。3D表面データ生成手段の動作は、コンピュータシステムによって制御されるとよい。

40

【0095】

ある実施形態では、コンピュータシステムは、位置データ生成手段とデータ通信しており、また、外科手術用具の少なくとも一部の得られたリアルタイム空間位置データをリアルタイムに取得するように構成されている。コンピュータシステムは、ユーザインターフェースを介して、空間位置データを取得するための指示を受け取るように構成されており、また、そのような指示を受け取ると、空間位置データを取得するように構成されることが好ましい。

50

【0096】

ある実施形態では、コンピュータシステムは、3D表面データ生成手段および位置データ生成手段を制御するように構成されている。コンピュータは、ユーザインターフェースを介して、ユーザプロセスを実行するための指示を受け取るように構成され、また、指示に基づいて、必要とされるデータを3D表面データ生成手段および位置データ生成手段から取得し、終了信号がコンピュータに送信されるまで、ユーザ手順を実行するように構成されることが好ましい。

【0097】

システムは、外科手術用具の少なくとも一部のリアルタイム空間的配向データを得て、得られた空間的配向データをコンピュータシステムに送信するための、配向データ生成手段をさらに含むとよい。コンピュータシステムは、空間的配向データを使用して、外科手術用具のリアルタイム空間的配向を決定するようにプログラムされており、最小侵襲性手術空洞の表面部分の表面外形の少なくとも一部分の上に、外科手術用具のリアルタイム空間的配向の描写を表す描写データを計算するようにプログラムされており、外科手術用具の動作のリアルタイム相関描写のために、描写データを表示ユニットに送信するようにプログラムされているとよい。

10

【0098】

コンピュータシステムは、描写データを計算するように構成されており、最小侵襲性手術空洞の表面部分の表面外形の少なくとも一部分の上に、外科手術用具のリアルタイム相対的空間位置およびリアルタイム空間的配向の描写を表す描写データは、表面外形の少なくとも一部分の上に、外科手術用具のリアルタイム相対的空間位置およびリアルタイム空間的配向の関連の描写を表す描写データを含むとよい。

20

【0099】

それによって、集約された情報を伴う効果的な描写を、ユーザのために可視化することができる。

ある実施形態では、表面外形の少なくとも一部分の上の外科手術用具のリアルタイム相対的空間位置およびリアルタイム空間的配向の関連の描写は、外科手術用具のリアルタイム空間的配向と協調した方向に、表面外形上へのリアルタイム相対的空間位置の描写を含む。結果として生じる描写は、動的に変化する描写になり、それによって、非常に有用な情報をユーザにもたらず傾斜動作を含む、外科手術用具のさらに小さい動作を示す。

30

【0100】

配向データ生成手段は、配向センサを含み、配向センサは、外科手術用具に接続されているか、または、外科手術用具と一体化されているとよい。ある実施形態では、外科手術用具は、描写システムの一部であり、一体化された少なくとも1つのセンサを含む。

【0101】

ある実施形態では、配向データ生成手段は、配向センサを含み、配向センサは、外科手術用具に接続されているか、または、外科手術用具と一体化されている。配向センサは、少なくとも1つの距離センサ、例えば、先に説明されている短距離レーザを利用したセンサなどを含むことが好ましい。少なくとも1つの方向センサは、外科手術用具に対して遠位方向に、レーザ光を出射するように装着されることが好ましく、外科手術用具の長手方向に対して実質的に平行に配向されていることが好ましい。

40

【0102】

ある実施形態では、位置データ生成手段および配向データ生成手段は、複合型の位置データおよび配向データ生成手段に少なくとも部分的に一体化されている。実際には、複合型の位置データおよび配向データ生成手段を有することが、より簡単になる。この実施形態では、位置データ/位置データ生成手段は、また、配向データ/配向データ生成手段を含む。

【0103】

最小侵襲性手術空洞の表面部分の決定された3D表面外形上への、外科手術用具のリアルタイム相対的空間位置の描写を表す描写データは、動的なパターン表現、色表現の動的

50

なスケーリング、動的な概略的表現、動的なグラフィック表現、および/または、動的な拡張現実表現の描写をコード化する描写データを含むことが好ましい。

【0104】

コード化された描写は、外科手術用具の画像ではない正確な描写を含むとよい。

先行技術システムは、これまで、最小侵襲性手術領域または外科手術器具のリアルタイムビジョンの模写である、最小侵襲性手術領域または外科手術器具の3D映像を生成することに重点を置いてきたが、本発明のシステムは、外科手術用具をそのようなものとして画像化するというよりもむしろ、外科手術用具のリアルタイム位置および動作、並びに、リアルタイム配向の相関投影を含む描写を提供することが好ましい。動的なパターン表現、色表現の動的なスケーリング、動的な概略的表現、動的なグラフィック表現、および/または、動的な拡張現実表現の描写をコード化する(ここで、コード化された描写は、外科手術用具の画像ではない正確な描写を含まない)、描写データの形態の最小侵襲性手術空洞の表面部分の決定された3D表面外形上に、外科手術用具のリアルタイム相対的空間位置の描写を提供することによって、結果として生じる描写は、ユーザに対する非常に高度に集約された有用な情報を含んでもよい。描写の容易な解読に関して、ユーザは、例えば、さらに後で説明するように、トレーニングを受けることができる。描写は、また、以下に例示されるように、音を含むとよい。

10

【0105】

ある実施形態では、色の動的なスケーリングは、色相などのような、1つ以上の色の色調の動的なスケーリングを含む。

20

本明細書において、色調という用語は、おおよそ、黒色および/または輝度を有する、色のグラデーションを指定するために使用されている。

【0106】

ある実施形態では、描写データは、動的なパターン表現の描写をコード化するデータを含み、動的なパターン表現は、決定された3D表面外形上に衝突させられる出射された光パターンに似ているバーチャルパターンの描写を含み、バーチャルパターンは、好ましくはアーチ形状のおよび/もしくは環状の線並びに/または複数の角度付きの線を含む。

【0107】

動的なパターン表現は、決定された3D表面外形へのバーチャルパターンの描写を含み、描写が、バーチャルパターンの動的な修正を含むようになっており、動的な修正は、外科手術用具の決定されたリアルタイム空間的位置に相関し、それによって、外科手術用具の動作に相関しているとよい。

30

【0108】

バーチャルパターンは、例えば、光の点を取り囲む角張った光の経路、または、光の格子、例えば、平面的な表面に出射されるときに実質的に平行な複数の線を任意に含むクロスハッチングのパターン、および/または、1つ以上の角張った形状、例えば、長方形形状など、例えば、正方形形状などのような、少なくとも空間的に分散した光の部分を含み、例えば、重なり合う構成で、または、並列構成で、または、同心円状に配置された構成を含む、光のパターンに似たものにすることが好ましい。

【0109】

ある実施形態では、動的なパターン表現は、国際公開第15124159号および/または同時係属中の特許出願DKPA201570483に開示されているシステムおよび方法を使用するときに、手術部位の表面から反射および/または散乱した光パターンに対応する描写を含む。

40

【0110】

ある実施形態では、描写は、色表現の動的なスケーリングの描写を含み、色表現の動的なスケーリングは、決定された3D表面外形に対する外科手術用具の決定されたリアルタイム空間的位置の視覚的に色付きの表現を含み、着色は、決定された3D表面外形に対する外科手術用具の動作によって引き起こされる空間位置および任意の配向の変化に相関して動的に修正され、例えば、外科手術器具とターゲット領域との間の距離が短くなるほど

50

、赤色が強くなり、および/または、緑色が弱くなるようになっている。

【0111】

色表現の動的なスケーリングの描写は、ほとんどのユーザにとって解読するのに非常に簡単となることを示しており、また、大量の有用な情報を含むことが可能である。描写システムは、カラースケーリングおよび輝度を設定するための手段（ボタンまたは無線設定手段）を含むとよい。何人かのユーザに関して、カラースケーリングは、例えば、色覚異常に起因して十分ではなく、そのような状況では、他の描写が、例えば、カラースケーリング表現と組み合わせるとよい。

【0112】

ある実施形態では、視覚的な色付きの表現は、2Dの段階的なシェーディングを含む。

ある実施形態では、描写は、動的な概略的表現を含み、動的な概略的表現は、決定された3D表面外形に対する外科手術用具の決定されたリアルタイム空間的位置の図表示を含み、図表示は、決定された3D表面外形に対する外科手術用具の動作によって引き起こされる空間位置および任意の配向の変化に相関して動的に修正される。

【0113】

ある実施形態では、描写は、動的なグラフィック表現の描写を含み、動的なグラフィック表現は、決定された3D表面外形に対する外科手術用具の決定されたリアルタイム空間的位置のグラフィック表現を含み、グラフィック表現は、決定された3D表面外形に対する外科手術用具の動作によって引き起こされる空間位置および任意の配向の変化に相関して動的に修正される。

【0114】

好適な実施形態では、描写は、動的な拡張現実表現の描写を含み、動的な拡張現実表現は、決定された3D表面外形に対する外科手術用具の決定されたリアルタイム空間的位置の拡張現実表現を含み、拡張現実表現は、決定された3D表面外形に対する外科手術用具の動作によって引き起こされる空間位置および任意の配向の変化に相関して動的に修正される。

【0115】

ある実施形態では、拡張現実は、空間的拡張現実(SAR)であり、ここでは、表示ユニットは、1つ以上のデジタルプロジェクタを含み、1つ以上のデジタルプロジェクタは、計算された描写データを受け取ると、例えば、物理的な対象物の上に、例えば、患者の上などに、例えば、人工の患者またはヘッドアップディスプレイの上などに、描写を表示するように構成されている。

【0116】

描写は、ピープ音などのような音描写を含み、音色およびピープレートのうち少なくとも一方は、外科手術用具と表面部分の間の相対的距離に相関しているとよい。外科手術用具が表面部分に接近しているときに、例えば、その長手方向において、外科手術用具に対して遠位の表面部分の一地点に接近しているときに、ピープ音は、例えば、増大してもよい。

【0117】

ある実施形態では、計算された描写データは、表示ユニットの上で変位させられるように構成されており、表示ユニットは、2Dスクリーン、3Dスクリーン、プロジェクタシステム(例えば、拡張型プロジェクタシステムなど)、ヘッドアップディスプレイ、ウェアラブル表示ユニット、例えば、ヘッドマウントディスプレイ(例えば、ゴーグル)など、または、それらの任意の組み合わせから選択される。

【0118】

ある実施形態では、計算された描写データは、スクリーンなどのようなピクセルベースの表示ユニットのためのピクセルデータを含み、ピクセルデータは、少なくとも16ビットパーピクセル(bpp)、例えば、少なくとも20bppなどを含む、ハイカラーまたはトゥルーパーカラーを表示するのに好ましい、赤-青-緑ピクセルデータを含むことが好ましい。

10

20

30

40

50

【0119】

最小侵襲性手術空洞の表面部分の決定された3D表面外形上への、外科手術用具のリアルタイム空間位置の描写を表す描写データのピクセルデータは、決定された3D表面外形に対する外科手術用具の動作によって引き起こされる空間位置および任意の配向の変化に相関して動的に修正されることが好ましい。

【0120】

高い品質の描写を得るために、計算された描写データは、2D表示、例えば、少なくとも約1000ピクセルの2D表示など、例えば、任意にサブピクセルを含む少なくとも10,000ピクセルの2D表示などのためのピクセルデータを含むとよい。

【0121】

ある実施形態では、表示ユニットは、描写システムの一部であり、表示ユニットは、2Dスクリーン、3Dスクリーン、プロジェクタシステム（例えば、拡張型プロジェクタシステムなど）、ヘッドアップディスプレイ、ウェアラブル表示ユニット、例えば、ヘッドマウントディスプレイ（例えば、ゴーグル）など、または、それらの任意の組み合わせから選択されることが好ましい。

【0122】

ユーザの視認性を向上させるために、ある実施形態では、描写システムは、リアルイメージングシステムを含み、リアルイメージングシステムは、最小侵襲性手術空洞の少なくとも1つの表面部分のリアルイメージングのためのリアルイメージングデータを生成するように構成されているということが望まれる。リアルイメージングシステムは、2Dリアルイメージングシステム、3Dリアルイメージングシステム、バーチャルリアリティーリアルイメージングシステム、拡張現実リアルイメージングシステム、または、それらの任意の組み合わせである。

【0123】

本明細書において、「リアルイメージング」という用語は、表面部分の実際の状態を示す画像またはその状態を画像化することを意味するように使用されている。

リアルイメージングシステムは、例えば、今日ではよく知られているような内視鏡システムであってもよく、例えば、最小侵襲性手術空洞の中へ挿入するための内視鏡であってもよく、また、表面ターゲット領域の照明のための照明器、および、ターゲット領域のリアルイメージを要求するためのカメラを含む。

【0124】

ある実施形態では、リアルイメージングシステムは、拡張現実リアルイメージングシステムであり、それは、例えば、ステファンニコラウら（Stephane Nicolau et al.）による「腹腔鏡外科的腫瘍学における拡張現実（Augmented reality in laparoscopic surgical oncology）」（Surgical Oncology 20（2011）189-201）、および、チョイヒュンソクら（Choi Hyunseok et al.）による「拡張現実ベースの外科的ナビゲーションにおける深さ認識のための効果的な可視化技法（An effective visualization technique for depth perception in augmented reality-based surgical navigation）」（The international journal of medical robotics and computer assisted surgery, 2015 May 5. doi: 10.1002/rcs.1657）に説明されているようなものである。

【0125】

リアルイメージングシステムは、最小侵襲性手術空洞の少なくとも1つの表面部分の少なくとも1つのイメージを取得するための画像記録装置（カメラ）を含むとよい。画像記録装置は、好ましくは内視鏡の一部であり、画像記録装置は、好ましくは最小侵襲性手術空洞の少なくとも1つの表面部分のリアルタイムイメージを取得するビデオスコープであることが好ましい。

【0126】

画像記録装置は、例えば、ピクセル検出器の形態の2D配列の検出器を含む2D記録装置であり、画像記録装置は、少なくとも1000ピクセル、例えば、少なくとも10,000ピクセルなどを含むことが好ましく、画像記録装置は、少なくとも1メガピクセルを

10

20

30

40

50

含むメガピクセル記録装置であることが好ましい。

【0127】

ある実施形態では、画像記録装置は、ピクセル検出器の形態の3D配列の検出器を含む3D記録装置であり、画像記録装置は少なくとも1000ピクセル、例えば、少なくとも10,000ピクセルなどを含むことが好ましい、画像記録装置は、少なくとも1メガピクセルを含むメガピクセル記録装置であることが好ましい。

【0128】

ある実施形態では、画像記録装置またはリアルイメージングシステム全体は、最小侵襲性手術空洞の3D空間の中の少なくとも1つの表面部分を表す3次元(3D)データをコンピュータシステムに提供するための3D表面データ生成手段の一部も構成していること

10

【0129】

好ましくは、描写システムは、最小侵襲性手術空洞の少なくとも1つの表面部分のリアルイメージングを提供するために表示ユニットにリアルイメージングデータを送信するように構成されることが好ましく、リアルイメージングは、取得されたイメージを表示することを含むことが好ましい。

【0130】

最小侵襲性手術空洞の表面部分の表面外形上に、最小侵襲性手術空洞の少なくとも1つの表面部分のリアルイメージングおよび外科手術用具のリアルタイム相対的空間位置の描写の両方を表示することによって、ユーザの視認性が大きく非常なる。描写システムは、共通の表示ユニットによって、最小侵襲性手術空洞の少なくとも1つの表面部分のリアルイメージングおよび外科手術用具の動作のリアルタイム相関描写を表示するように構成されるとよい。

20

【0131】

描写システムは、最小侵襲性手術空洞の少なくとも1つの表面部分のリアルイメージングを表示し、並びに、最小侵襲性手術空洞の少なくとも1つの表面部分のリアルイメージング上において、最小侵襲性手術空洞の表面部分の表面外形上に外科手術用具のリアルタイム相対的空間位置の描写を表示するように構成されるとよい。

【0132】

最小侵襲性手術空洞の表面部分の表面外形上への外科手術用具のリアルタイム相対的空間位置の描写は、最小侵襲性手術空洞の少なくとも1つの表面部分のリアルイメージング上に投影されることが好ましく、最小侵襲性手術空洞の表面部分の表面外形上への外科手術用具のリアルタイム相対的空間位置の描写は、最小侵襲性手術空洞の少なくとも1つの表面部分のリアルイメージングに対して少なくとも部分的に透明になっていることが好ましい。それによって、ユーザは、同じ表示部の上で、最小侵襲性手術空洞の少なくとも1つの表面部分のリアルイメージングを見ることができ、かつ、最小侵襲性手術空洞の少なくとも1つの表面部分のリアルイメージング上において、最小侵襲性手術空洞の表面部分の表面外形上に外科手術用具のリアルタイム相対的空間位置の描写を相関して表示しているのを見ることができ、それにより、視認性がさらに向上する。

30

【0133】

ある実施形態では、描写システムは、描写システムの一部を形成するロボットを制御するためのロボットコントローラを含むことが好ましい。ロボットおよびロボットコントローラは、ある実施形態では、米国特許出願公開第2009/0248041号明細書に説明されているようなものであってもよい。ロボットコントローラは、コンピュータシステムとデータ接続しているか、または、コンピュータシステムと一体化されている。以下では、ロボットコントローラは、コンピュータシステムとデータ通信しているように説明されているが、コンピュータコントローラは、同様に、一体化されたコンピュータシステムのパーツであり得るように解釈されるべきである。

40

【0134】

ロボットコントローラは、3D表面データおよびリアルタイム空間位置データおよび好

50

ましくはリアルタイム配向データを含む、得られたまたは生成したデータの少なくとも一部を受け取るように構成されることが好ましい。また、任意の構成として、ロボットコントローラは、派生データ、すなわち、3D表面データおよびリアルタイム空間位置データおよび好ましくはリアルタイム配向データから生じたデータ、例えば、描写データなどを受け取るように構成されている。ロボットコントローラは、最小侵襲性手術処置を実施するために外科手術用具を操作するためのロボットを制御するように構成されることが好ましい。

【0135】

ある実施形態では、ロボットコントローラは、必要とされるデータをコンピュータシステムから、それぞれのデータをコンピュータシステムから得るように構成されている。

ロボットコントローラは、指導担当、例えば、アシスタント外科医および/またはロボットオペレータなどから指示を受け取るように構成されるとよい。コントローラは、デジタルユーザインターフェースを介したデータ入力によって、および/または、口頭での指示によって、指導担当から指示を受け取るように構成されることが好ましい。ロボットコントローラは、指導担当の指示に応答して、外科手術用具の動作を修正するように構成されることが好ましい。指導担当の指示は、例えば、外科手術用具を、右に1cm、または、外科手術用具の長手方向に遠位に数mmなど移動させるように、ロボットに指示することができる。

【0136】

ある実施形態では、描写システムは、ロボットコントローラを介して、最小侵襲性手術処置を実施するために外科手術用具を操作するためのロボットを制御すること、および、描写データを表示ユニットに送信することを同時に行うように構成されている。描写は、この実施形態では、ロボットによる外科手術用具の動作のリアルタイム相関描写を含む。指導担当は、最小侵襲性手術のその実施の間に描写を介してロボットを観察下に維持することができる、それによって、ロボットが十分に正確にまたは説明されているように動作することを制御し、指導担当は、指示をロボットコントローラに与えることによってロボットを補正することができる。

【0137】

コンピュータシステムは、好ましくはメモリを含み、また、性能データセットを記憶するように構成されるとよく、各性能データセットは、例えば、描写システムを使用して実施された最小侵襲性処置などに関して、最小侵襲性処置に関連付けられた性能データを含む。性能データは、少なくとも最小侵襲性処置のための位置データを含むことが好ましく、また、好ましくは最小侵襲性処置のための3Dデータ、配向データ、描写データのうちの少なくとも1つ、または、それらの任意の組み合わせを含むことが好ましい。性能データセットは、最小侵襲性手術処置の間に取得されたすべてのデータを含むことが好ましい。ある実施形態では、性能データセットは、描写日を含む計算されたデータをさらに含む。

【0138】

ある実施形態では、コンピュータシステムは、各性能データセットを分析するようにプログラムされており、コンピュータシステムは、各最小侵襲性処置のフィードバック評価を、表示手段、例えば、表示ユニットおよび/またはプリンタなどに送信するように構成されることが好ましい。

【0139】

それによって、ユーザ、すなわち、外科医または外科医になるためにトレーニングをしている人は、非常に簡単な方式で、フィードバックを受け取ることができ、また、ユーザは、自分の改善を評価することができる。コンピュータシステムは、要求に応じてフィードバック評価を送信するように構成されるとよい。各性能データセットは固有コードを有することが好ましく、例えば、外科医のために、または、他の外科医のトレーニング目的のために、外科手術用具のリアルタイム相対的空間位置の描写を表示するために、各性能データセットを検索することができる。

10

20

30

40

50

【0140】

ある実施形態では、コンピュータシステムは、選択された性能セットに対して改善された性能データセットを決定するようにプログラムされており、並びに、データの少なくとも一部、例えば、改善された性能データセットの描写データなどを、表示手段、例えば、表示ユニットおよび/またはプリンタなどに送信するようにプログラムされている。

【0141】

コンピュータは、選択された性能セットに関する改善された性能データセットと選択された性能セットとを比較し、データの相違を決定し、表示手段、例えば、表示ユニットおよび/またはプリンタなどに、データの相違を送信するようにプログラムされていることが好ましい。

10

【0142】

それによって、ユーザは、優れた性能データセット、例えば、計算された性能データセットと自分の性能を比較することができ、また、ユーザは、ユーザが余分な動作を使用した場合などに、何が改善され得るかということについての情報を検索することができる。

【0143】

ある実施形態では、コンピュータシステムは、ユーザから要求があったときに、1つ以上の性能データセットのうちの選択されたデータを、表示手段、例えば、表示ユニットおよび/またはプリンタなどに送信するようにプログラムされていることが好ましい。

【0144】

それによって、各性能データセットは、例えば、教育において使用するために、外科手術用具のリアルタイム相対的空間位置の描写を表示するために検索することができる。

20

ある実施形態では、描写システムは、トレーニングモードで動作するように構成されている。外科手術用具は、トレーニング用具であり、トレーニング用具は、本物の外科手術用具に似ていてもよいし、似ていなくてもよい。

【0145】

描写システムは、そのトレーニングモードで動作しているときに、最小侵襲性手術空洞の表面部分の表面外形の少なくとも一部分の上にトレーニング用具のリアルタイム相対的空間位置のトレーニング描写を表すトレーニング描写データを決定するように構成されており、また、トレーニング用具の動作のリアルタイム相関描写のために表示ユニットにトレーニング描写データを送信するように構成されている。

30

【0146】

描写システムがそのトレーニングモードになっているときに、最小侵襲性手術空洞表面部分は、例えば、人工の表面部分であってもよく、また、この実施形態では、トレーニング用具は、人工の用具であってもよい。

【0147】

ある実施形態では、描写システムがそのトレーニングモードになっているときに、最小侵襲性手術空洞表面部分は、実際の最小侵襲性手術空洞である。この実施形態では、トレーニング用具は、本物の外科手術用具である。原理的には、例えば、可能な限り外科手術用具の最小の動作を使用して、および/または、最小侵襲性手術を可能な限り速く実施して、最小侵襲性手術を可能な限り最適に実施するために、外科医は、自分の技術を向上させるためのトレーニングを常に行っている。

40

【0148】

ある実施形態では、位置データ生成手段は、トレーニング用具の少なくとも一部のリアルタイム空間位置データを取得するように、また、得られた空間位置データをコンピュータシステムに送信するように構成されており、コンピュータシステムは、最小侵襲性手術空洞の表面部分の表面外形の少なくとも一部分の上に、トレーニング用具のリアルタイム相対的空間位置のトレーニング描写を表すトレーニング描写データを計算するようにプログラムされており、トレーニング用具の動作のリアルタイム相関描写のために、表示ユニットにトレーニング描写データを送信するようにプログラムされている。

【0149】

50

コンピュータシステムは、同じまたは対応する最小侵襲性手術空洞に関して、トレーニング用具の動作のリアルタイム相関描写のために、記憶された性能データセットのトレーニング描写データおよび関連の性能描写データを表示ユニットに送信するように構成されるとよい。トレーニング描写データおよび関連の性能描写データの送信は、タイムリーに関連付けられることが好ましい。

【0150】

それによって、トレーニングの間のユーザは、以前に実施された最小侵襲性手術処置、または、計算された処置、または、自分自身の以前の処置に対して、比較評価を行うことができる。

【0151】

ある実施形態では、コンピュータシステムは、トレーニング描写データに対する性能描写データの比較評価を実施するために、同じまたは対応する最小侵襲性手術空洞に関して記憶された性能データセットのトレーニング描写データおよび関連の性能描写データを送信するように構成されている。

【0152】

ある実施形態では、性能描写データセットは、おおそリアルタイム速度の速度で表示ユニットに送信される。

ある実施形態では、性能描写データセットは、リアルタイム速度よりも小さい速度で表示ユニットに送信される。

【0153】

それによって、トレーニング中の人、または、トレーニング目的のために、より遅いペースで最小侵襲性手術処置を実施することができ、また、トレーニング目的のために望まれる場合には、段階的にペースを増加させ、リアルタイム速度またはさらに速い速度に到達することができる。

【0154】

ある実施形態では、コンピュータシステムは、例えば、ユーザまたはトレーニングデータベースから指導担当の入力を受け取り、指導担当の入力に基づいて指導担当描写データを決定するように構成されており、また、指導担当描写データを表示ユニットに送信するように構成されており、コンピュータは、トレーニングデータベースから指導担当入力を取得するように構成されることが好ましい。指導担当の入力は、選択された位置およびトレーニング用具の動作を表す入力であってもよい。

【0155】

コンピュータシステムは、例えば、並列構成などで、別々に表示される表示ユニットに、トレーニング描写データおよび関連の性能描写データおよび/または指導担当描写データを送信するように構成されるとよい。それによって、トレーニング中の人、例えば、自分の技能を改善することを目指している外科医などは、選択された位置にトレーニング用具を位置決めするように、または、指導担当の入力によって指示されているような選択方式でトレーニング用具を動作させるように、トレーニングを受けることができる。トレーニング中の人、または、トレーニング描写が関連の性能および/または指導担当描写にしたがうように、トレーニング用具を動作させようとするすることができる。

【0156】

ある実施形態では、指導担当は、最小侵襲性手術処置の間に外科医を監視および助言する別の外科医である。ある実施形態では、例えば、一緒に手術を行う2人の外科医が存在しており、その場合に、一方の人は、外科手術用具を操作しており、他方の人は、指導担当としての役割を果たし、外科手術用具の位置決めおよび動作に関する提案を行っており、また、その逆も同様である。表示ユニットは、2つ以上のサブユニットの形態であってもよいということを理解されたい。

【0157】

範囲および好適な範囲を含む本発明のすべての特徴は、そのような特徴を組み合わせるべきではないという具体的な理由が存在しなければ、本発明の範囲の中で、さまざまな方

10

20

30

40

50

式で組み合わせることができる。

【0158】

本発明の好適な実施形態は、図面を参照してさらに説明される。

【図面の簡単な説明】

【0159】

【図1】本発明の描写システムの実施形態の概略図。

【図2】本発明の描写システムの別の実施形態の概略図。

【図3】3Dデータベースシステムの例 - 分類体系を示す図。

【図4】3Dデータベースシステムの例 - 3Dデータセット体系を示す図。

【図5】外科手術用具を含む外科手術器具の概略側面図。

10

【図6】外科手術用具を含む別の外科手術器具の概略側面図。

【図7】最小侵襲性手術空洞および複数のセンサの概略横断面図。

【図8】外科手術用具の動作のリアルタイム関連描写の例の図であり、描写が、示されていない外科手術用具の動作に関連したカラースケールの動的な変化を含むことを示す図。

【図9】外科手術用具の動作のリアルタイム関連描写の例の図であり、描写が、示されていない外科手術用具の動作に関連したパターンの動的な変化を含むことを示す図。

【図10】外科手術用具の動作のリアルタイム関連描写の例の図であり、描写が、示されていない外科手術用具の動作に関連した光の点の動的な変化を含むことを示す図。

【図11】外科手術用具の動作のリアルタイム関連描写の例の図であり、描写が、示されていない外科手術用具の動作に関連した色の点の動的な変化を含むことを示す図。

20

【図12】外科手術用具の動作のリアルタイム関連描写の例の図であり、描写が、示されていない外科手術用具の動作に関連した環の動的な変化を含むことを示す図。

【図13】外科手術用具の動作のリアルタイム関連描写の例の図であり、描写が、示されていない外科手術用具の動作に関連した境界および膨らんだ形状のマーキングの動的な変化を含むことを示しており、追加的な指導担当の指示が示されている図。

【図14】本発明の描写システムの例の図であり、描写が音を含み、および/または、表示装置がゴーグルを利用した表示部を含むことを示す図。

【図15】本発明の描写システムの例の図であり、最小侵襲性手術の表面部分の上に出射されるパターン出射プロジェクタ、並びに、3D表面データ生成手段および/または位置データ生成手段および/または配向データ生成手段を含む、外科手術用具はデータ収集システムを含み、データ収集システムはコンピュータシステムにデータ接続しているか、または、コンピュータシステムと一体化されており、データ収集システムは光学的な記録装置を含むことを示す図。

30

【図16】本発明の描写システムの例の図であり、外科手術用具およびカニューレまたはトロカールはセンサをそれぞれ含み、描写システムは、センサからのデータを収集するためのデータ収集システム、読取機からのデータを収集するためのデータ収集システムを含み、また、最小侵襲性手術の関連の表面部分のリアルイメージの他に、グラフィカルな描写を生成するようにさらに構成されている図。

【図17】3つの連続する時点における外科手術用具の動作のリアルタイム関連描写の例の図であり、外科手術用具は、外科手術用具に対して長手方向の遠位方向に、表面部分に対して異なる距離に位置決めされていることを示す図。

40

【図18】本発明の描写システムの例の図であり、描写システムは、外科手術用具の上に装着されているセンサからデータを収集するためのデータ収集システム、光学的な記録装置、および、音響センサ、例えば、超音波センサなどを含み、描写システムは、リアルイメージの上に描写を生成するように構成されている。

【図19】示されていないセンサからデータを収集するためのデータ収集システムを含む本発明の描写システムの例の図。コンピュータシステムは、複数の性能データセットを記憶し、選択された性能データセットに対して比較評価を行うように構成されており、また、ユーザによって最小侵襲性手術処置を評価するように構成されている。コンピュータシステムは、評価を送信するために、追加的な表示ユニット、例えば、スマートフォンまた

50

はプリンタなどとデジタル接続している。

【図20】記録装置および他の示されていないセンサからデータを収集するためのデータ収集システムを含む本発明の描写システムの例の図。コンピュータシステムは、入力を受け取るために指導担当用制御ユニットとデータ接続している。描写は、リアルイメージおよび指導担当の入力とともに、表示ユニットの上に表示されている。

【図21】記録装置および他の示されていないセンサからデータを収集するためのデータ収集システムを含む本発明の描写システムの例の図。コンピュータシステムは、3D表面データ、リアルタイム空間位置データ、およびリアルタイム配向データをロボットコントローラに送信するために、ロボットコントローラとデータ接続している。ロボットコントローラは、最小侵襲性手術処置を実施するために外科手術用具を操作するためのロボット、および、描写を表示する描写システムを制御するように構成されており、描写は、ロボットによる外科手術用具の動作のリアルタイム相関描写を含む。

【発明を実施するための形態】

【0160】

図は、概略的なものであり、実寸で描かれておらず、明確化のために簡単化されている可能性がある。全体を通して、同じ参照番号は、同一のパーツまたは対応するパーツに関して使用されている。

【0161】

図1に図示されている描写システムは、コンピュータシステム1、3D表面データ生成手段2、および位置データ生成手段3を含み、3D表面データ生成手段2および位置データ生成手段3は、例えば、図示されているように、3D表面データおよびリアルタイム位置データをコンピュータシステム1に与えるために、通信線5または無線によって、コンピュータシステム1とデータ接続している。ここで、コンピュータシステム1は、1つのユニットとして図示されているが、説明されているように、コンピュータシステムは、本発明の描写システムとデータ通信している2つ以上のユニットを含んでもよい。

【0162】

コンピュータシステム1は、3Dデータを使用して、最小侵襲性手術空洞の示されていない表面部分のターゲット領域の少なくとも一部の3D表面外形を決定するようにプログラムされており、空間位置データおよび表面位置データを使用して、少なくとも一つの表面部分のターゲット領域の少なくとも一部に対して、示されていない外科手術用具のリアルタイム空間的位置を決定するようにプログラムされており、最小侵襲性手術空洞の表面部分の表面外形の少なくとも一部分の上に、外科手術用具のリアルタイム相対的空間位置の描写を表す描写データを計算するようにプログラムされており、並びに、外科手術用具の動作のリアルタイム相関描写のために、描写データを表示ユニット4に送信するようにプログラムされている。

【0163】

表示ユニットは、先に説明されているようなものであってもよい。

また、図2に図示されている描写システムは、例えば、図1のコンピュータシステムのようなコンピュータシステム11を含む。図2の描写システムは、それが複合型の3D表面データ生成手段および位置データ生成手段12を含むという点において、並びに、それが2つの表示サブユニット14a、14bの形態の表示ユニットを含むという点において、図1の描写システムとは異なっている。外科手術用具の動作のリアルタイム相関描写は、サブユニット14aおよびリアルイメージ、例えば、ライブイメージのうち的一方の上に表示され、および/または、比較評価描写は、他方のサブユニット14bの上に表示されるとよい。

【0164】

図3は、3Dデータベースシステムの中に含まれ得る分類体系を図示している。示されているように、各分類は、固有コードを有しており、固有コードは、各分類を1つ以上の3Dデータセットにリンクさせる。各分類セットは、図3の体系の中に示されているような複数の患者特性を含む分類セットにしたがって分類されており、例えば、年齢、性別、

10

20

30

40

50

体重、身長、身体回りの寸法、または、それらの任意の組み合わせを含む。選択される特性は、問題になっている最小侵襲性手術空洞のタイプに大きく依存する。

【0165】

図4は、3Dデータベースシステムの中に含まれ得る3Dデータセットの体系を図示しており、各3Dデータセットは、示されているように、図3の固有コードに対応する固有コードによって患者特性に関連付けられている。

【0166】

図5に示されている外科手術器具は、腹腔鏡器具である。本発明において、外科手術用具とともに他の外科手術器具も、同様に適用され得るということが理解されるべきである。

10

【0167】

外科手術器具は、ハンドル部分22および本体用具部分23を有しており、本体用具部分23は、本ケースの鉗子では外科手術用具部分24を備えている。最小侵襲性手術空洞の中へ挿入されるようになっている外科手術用具部分24および本体部分23の一部が、外科手術用具と称される。換言すれば、外科手術器具21は、外科手術用具23、24およびハンドル22を含む。本体部分23は、外科手術器具の近位端部に配置されているハンドル部分22と、外科手術器具の遠位端部に配置されている外科手術用具部分24とを相互接続している。本体部分23は、遠位/近位方向に配置されており、遠位/近位方向は、外科手術用具23、24の長手方向とも称される。

【0168】

別の実施形態では、外科手術用具部分24は、別の外科手術用具部分、例えば、グラスパー、スーチャグラスパー、ステーブラ、解剖器具、はさみ、吸引器具、クランプ器具、電極、キュレット、アプレータ、スカルペル、ニードルホルダー、バイオプシーおよびリトラクター器具、または、それらの組み合わせであってもよい。

20

【0169】

外科医は、ハンドル部分22を保持することによって外科手術器具21を操作し、このように外科手術用具を制御することができ、また、ハンドル部分を押すまたは操縦することによって、鉗子を制御することができる。

【0170】

外科手術器具21は、外科手術用具に装着されている第1のセンサ28a、例えば、先に説明されているようなセンサなどと、ハンドルに装着されている第2のセンサ28bとをさらにも含む。センサは、例えば、通信線(例えば、光ファイバー)または無線(例えば、ブルートゥース(登録商標))によって、コンピュータシステムの示されていないデータ収集システムにリンクさせることができる。2つのセンサは、リアルタイム位置データおよびリアルタイム配向データの両方を提供してもよい。

30

【0171】

代替的な実施形態では、外科手術器具は、パターン生成構成体を含んでもよい。ハンドルを備えた外科手術用具は、例えば、国際公開第15124159号に説明されているような外科手術器具アセンブリの形態であってもよい。したがって、反射したまたは散乱したパターンは、読取機によって収集され、コンピュータシステムのデータ収集システムに送信され、3D表面データの一部を提供することができ、また、3D表面データは、リアルタイム3Dデータおよびリアルタイム位置データであることが好ましく、また、リアルタイム配向データであることが好ましい。

40

【0172】

図6は、図5の外科手術器具の変形例を図示しており、そこでは、1対のセンサ28cが、外科手術用具の外科手術用具部分24の鉗子のグラスパーの上に位置決めされている。それによって、グラスパーの動作を同様にモニタリングすることができ、同時に、グラスパーの上のセンサ28cが、リアルタイム位置データおよびリアルタイム配向データを決定するために使用することができる。

【0173】

50

図7は、最小侵襲性手術空洞31、ここでは、患者36の腹腔を図示している。最小侵襲性手術空洞31は、横断方向の断面図で見られている。人間の患者の解剖学的平面が、イメージ30の中に示されており、最小侵襲性手術空洞31が、垂直方向上部の視点からの横断面で見られている。

【0174】

患者36は、患者の背中34が台33に接触して患者の前面35が上向きになった状態で、手術台33の上に位置決めされている。最小侵襲性手術空洞は、図示されていない切開部を通して空洞の中へガスを注入することによって膨らませられ、表面は、参照記号32によって示されている。図示されているように、最小侵襲性手術空洞表面32は、非常に凸凹になっており、大きい湾曲した凸部および凹部を備えていてもよい。

10

【0175】

複数のセンサ38aが、手術台の上に位置決めされている。4つのセンサ38aだけが図示されているが、少なくとも4つのセンサ38aが、長方形の構成で手術台の上に位置決めされ、X-Y-Z平面を画定しており、任意の構成として、追加的なセンサを備えることが好ましい。

【0176】

さらに、複数のセンサ38bが、患者に装着されており、例えば、図示されているように、最小侵襲性手術空洞31の中に装着されている。

センサ38a、38bは、例えば、先に説明されているようなものであってもよい。

【0177】

外科手術用具の動作のリアルタイム関連描写の例が、図8に図示されている。描写は、中心領域40を取り囲むように同心円状に配置されている複数の正方形の部分41, 42, 43を含む。動的な描写は、図示されていない外科手術用具の動作に相関して変化するとよく、それは、例えば、各正方形の部分41, 42, 43の幅を互いに個別に変化させてもよいし、各正方形の部分41, 42, 43のコーナ角度を互いに個別に変化させてもよいし、各正方形の部分41, 42, 43の色および/もしくは色のパターンを互いに個別に変化させてもよいし、中心領域40の寸法および/もしくは形状を変化させてもよいし、または、それらの任意の組み合わせによって変化させてもよい。例えば、中心領域40の寸法は、外科手術用具と、例えば、外科手術用具から長手方向の遠位方向に見た、最小侵襲性手術空洞表面部分との間の距離を示すことができる。各正方形の部分41, 42, 43のうちの1つ以上の正方形形状に沿った色または色のバリエーションは、用具の配向を示すことができ、また、各正方形の部分41, 42, 43の幅および/またはコーナ角度は、空洞表面部分の外形を示すことができる。外科手術用具が動作するときに、描写は、外科手術用具の動作に相関する方式で変化する。

20

30

【0178】

外科手術用具の動作のリアルタイム関連描写の別の例が、図9に図示されている。描写は、平坦なスクリーンの形態の表示部50の上に表示される。描写は、図示されていない外科手術用具の動作に相関したパターンの動的な変化を含む。パターンは、線の格子を含むクロスハッチング式のパターン51であり、線の格子は、外科手術用具が表面部分から遠くにあるときには、平行で真っ直ぐな交差した線になっており、一方、外科手術用具が表面部分から選択された距離の中にあるときには、表面の外形に依存して、参照記号53によって図示されているように線は曲がっている。それと同時に、平行な線同士の間隔は、外科手術用具と、例えば、外科手術用具から長手方向の遠位方向に見た、最小侵襲性手術空洞表面部分との間の距離を反映することができる。さらに、交差する線同士の間隔の角度は、外科手術用具の配向および角度を示すことができる。外科手術用具が動作するときに、描写は、外科手術用具の動作に相関する方式で変化する。

40

【0179】

外科手術用具の動作のリアルタイム関連描写のさらなる例が、図10に図示されている。描写は、平坦なスクリーンの形態の表示部60の上に表示される。描写は、図示されていない外科手術用具の動作に相関した光の点61の動的な変化を含む。光の点61は、そ

50

これらのホーム位置に図示されており、ホーム位置では、外科手術用具は、表面部分から遠くであり、光のパターンは、非常に規則的である。外科手術用具が、表面部分から選択された距離の中にあるときには、光の点の位置は、表面の外形に依存して変化している。それと同時に、光の点の寸法は、外科手術用具と、例えば、外科手術用具から長手方向の遠位方向に見た、最小侵襲性手術空洞表面部分との間の距離を反映することができる。さらに、光の点の数、または、光の点の相対的寸法は、外科手術用具の配向および角度を示すことができる。外科手術用具が動作するとき、描写は、外科手術用具の動作に相関する方式で変化する。

【0180】

図10の描写の変形例が、図11に図示されている。ここで、光の点71は、別のホーム構成で配置されており、点71は、例えば、ターゲット領域に対する距離に依存して、変化する色をさらに有してもよい。

10

【0181】

図12に図示されている外科手術用具の動作の時間相関描写は、図示されていない外科手術用具の動作に相関した環81, 82, 83, 84の動的な変化を含む。環81, 82, 83, 84は、同心円状に配置されており、また、それは、寸法、形状、線の太さ、線の色、個々の距離に関して変化することができ、並びに/または、表面外形、距離、配向、および、例えば、先に説明されているような、ユーザに関連し得る他の情報を示すための他の方式に関して変化することができる。

20

【0182】

図13に図示されている外科手術用具の動作の時間相関描写は、図示されていない外科手術用具の動作に相関した周囲91および膨らんだ形状のマーキング92の動的な変化を含む。周囲91の形状、寸法、線の太さ、および/または色は、例えば、表面部分の外形、外科手術用具と表面部分との間の距離、および/または、外科手術用具の配向に依存して変化してもよく、また、膨らんだ形状のマーキング92は、例えば、外科手術用具とターゲット領域との間の距離、および、任意の構成として、ターゲット領域に対する外科手術用具の配向に依存して変化してもよい。点93は、図示されていない外科手術用具の長手方向に関するマーカを示している。

【0183】

図14は、コンピュータシステムを含む描写システムの少なくとも一部を図示しており、そこでは、描写システムのコンピュータ101およびデータ収集システム102が図示されている。データ収集システム102は、少なくとも3D表面データおよびリアルタイム位置データを含むさまざまなデータを収集するように構成されている。収集されたデータは、描写データを計算するためにコンピュータ101に送信され、描写データは、1つ以上の表示ユニットに送信され、1つ以上の表示ユニットは、スクリーン103、例えば、ピープ（先に説明されているようなピープ音）などの音描写を表示するための拡声器104、および/または、ウェアラブル表示ユニットの上に表示するためのゴーグル105を含む。

30

【0184】

理解され得るように、表示および描写は、多くの異なる形態をとることができる。

40

図15の描写システムは、図14の描写システムの変形例であり、そこでは、スクリーン表示部103だけが図示されている。描写システムは、内視鏡108、および、外科手術器具を含み、外科手術器具は、図示されていないハンドルおよび外科手術用具107を備えており、図示されていないハンドルは、例えば、ロボットアームの一部を形成しているか、または、ロボットアームと一体化されており、外科手術用具107は、光パターンを出射するように構成されている。

【0185】

外科手術用具は、ハンドルを有してもよく、例えば、国際公開第15124159号に説明されているような外科手術器具アセンブリの形態であってもよい。

外科手術用具は、図示されていない切開部を通して、患者の皮膚層106を通して、最

50

小侵襲性手術空洞 100 a の中へ挿入される。光パターンは、関連の表面部分 100 b に向けて出射され、光パターン 109 が衝突しており、一部が、最小侵襲性手術空洞 100 a の表面部分 100 b から反射および/または散乱されている。内視鏡は、反射および/または散乱した光パターン 109 を記録するための光学的な記録装置を含み、(リアルタイムの) 3D 表面データ、リアルタイム位置データ、およびリアルタイム配向データを含む、収集されたデータが、有線または無線によって、データ収集システム 102 に送信されるとよい。その変形例では、光学的な記録装置 108 は、内視鏡の一部ではなく、内視鏡進入の部位とは別の場所において、皮膚層 106 を通して挿入されている。別の変形例では、光学的な記録装置 108 は、外科手術用具に固定されているか、または、外科手術用具と一体化されている。

10

【0186】

図 16 に図示されている描写システムは、コンピュータシステムを含み、そこでは、描写システムのコンピュータ 111 およびデータ収集システムが示されている。データ収集システム 112 a は、少なくとも 3D 表面データおよびリアルタイム位置データを含むさまざまなデータを収集するように構成されており、また、描写データを計算するためにコンピュータ 111 にデータを送信するように構成されており、描写データは、スクリーン 113 を含む 1 つ以上の表示ユニットに送信される。

【0187】

図示されている実施形態では、描写システムは、内視鏡 118 と、ハンドル 117 a および外科手術用具 117 を備えた外科手術器具とを含む。外科手術用具は、図 15 に説明されているように、光パターンをさらに出射してもよい。

20

【0188】

内視鏡 118 は、表面部分および外科手術用具のリアルイメージを記録するための記録装置を含む。リアルイメージは、コンピュータシステムの二次的なデータ収集システム 112 b の中に収集され、コンピュータに送信され、コンピュータから、それらは、スクリーン 113 の上に表示するために送信され、リアルイメージ 115 がタイムリーに描写 119 に関連付けられる。

【0189】

示されている図 16 では、外科手術器具は、カニューレまたはトロカール 117 b を介して、患者の皮膚層 116 の中の切開部を通して挿入され、カニューレまたはトロカール 117 b は、外科手術用具 117 のためのアクセスポートを生成する。センサ S2 が、外科手術用具 117 に装着されており、別のセンサ S1 が、カニューレ 117 b に装着されている。ターゲット領域 T が、例示目的のために、表面部分 110 においてマークされている。コンピュータは、例えば、他の手段である記録装置 118 によって記録されたイメージを介して、このターゲット領域 T の位置についての情報を有している。各センサ S1 および S2 は、距離センサであってもよく、この距離センサは、ターゲット領域 T に対するそれぞれの距離 D1 および D2 を決定し、並びに、ターゲット領域に対するセンサ S1, S2 のそれぞれの位置も決定し、それによって、外科手術用具 117 の配向を決定するように構成されることが好ましい。任意の構成として、外科手術用具 117 の長手方向は、ターゲット領域 T において、点によってマークされるか、あるいは示されている。

30

40

【0190】

リアルイメージ 115 および描写は、互いに隣同士に表示部 113 の上に表示されている。また、ターゲット領域 T は、リアルイメージ 115 の上に示されてもよい。描写 119 は、例えば、水平方向に移動するパーインジケータ 199 a によって、センサ S1 とターゲット領域 T との間の距離 D1、および、センサ S2 とターゲット領域 T との間の距離 D2 を示すグラフィカルな描写である。

【0191】

図 17 は、3 つの連続する時点 T1, T2, T3 における外科手術用具 127 の動作のリアルタイム相関描写を図示しており、そこでは、外科手術用具は、外科手術用具に対して長手方向の遠位方向に、表面部分 120、例えば、表面部分のターゲット領域に対して

50

、異なる距離 D_1 , D_2 , D_3 に位置決めされている。距離 D_1 が相対的に大きくなっている時間 T_1 におけるリアルイメージ 125 の上の描写 129 は、それにしたがって、相対的に大きくなっている。時間 T_2 において、距離 D_2 は、 D_1 よりも小さくなっており、描写 129 は、それにしたがって、より小さくなっている。時間 T_3 において、距離 D_3 は、 D_2 よりも小さくなっており、描写 129 は、それにしたがって、さらに小さくなっている。表示されるリアルイメージ 125 の寸法は、実質的に一定に維持される。

【0192】

図 18 に図示されている描写システムは、コンピュータシステムを含み、そこでは、描写システムのコンピュータ 131 およびデータ収集システム 132 が示されている。データ収集システム 132 は、少なくとも 3D 表面データおよびリアルタイム位置データを含むさまざまなデータを収集するように構成されており、また、描写データを計算するためにコンピュータ 131 にデータを送信するように構成されており、描写データは、スクリーン 133 を含む 1 つ以上の表示ユニットに送信される。描写システムは、内視鏡 138、音響センサ 134、例えば、超音波センサなど、および、ハンドル 137 a および外科手術用具 137 を備えた外科手術器具をさらに含む。外科手術用具は、図 15 に説明されているように、光パターンをさらに出射してもよい。

10

【0193】

内視鏡 138 は、光パターンを出射するための構成体、並びに、表面部分および外科手術用具 137 のリアルイメージを記録するための記録装置を含む。リアルイメージは、コンピュータシステムのデータ収集システム 132 の中に収集され、コンピュータ 131 に送信され、コンピュータ 131 から、それらは、スクリーン 133 の上に表示するために送信され、リアルイメージ 135 がタイムリーに描写 139 と関連付けられるようになっている。

20

【0194】

示されている図 18 では、外科手術器具は、カニューレ 137 b を介して、患者の皮膚層 136 の中の切開部を通して挿入され、カニューレ 137 b は、外科手術用具 137 のためのアクセスポートを生成する。センサ S1 が、収集リアルタイム位置データのために、および、データをデータ収集システムに送信するために、外科手術用具 137 に装着されている。内視鏡 138 は、患者の皮膚層 136 の中の別の切開部を通して挿入されている。内視鏡は、クロスハッチング式のパターンなどのような静止パターンを出射しており、それは、空洞の表面部分 130 の上に衝突して空洞の表面部分 130 から少なくとも部分的に反射または散乱し、それによって、表面部分の表面外形を明らかにしており、それは、内視鏡 138 の記録装置によって、3D 表面データの形態およびリアルイメージの形態の両方で記録される。音響センサ 134 が、追加的な 3D 表面データを記録するために、患者の皮膚層 136 を通るさらなる切開部を通して挿入されている。すべての記録されたデータおよびイメージは、データ収集システム 132 に送信される。データおよびイメージは、描写データを計算するためにコンピュータ 131 に送信され、描写データおよびイメージは、表示されるために表示部 133 にタイムリーに関連した形で送信され、表示部 133 では、リアルイメージ 135 が表示され、描写 139 a の一部が、リアルイメージ 135 の上部に表示される。リアルイメージ 135 の上部に表示されている描写 139 a の一部は、リアルイメージ 135 に関して少なくとも部分的に透明にするとよい。また、描写は、グラフィカルな描写パーツ 139 b を含み、描写パーツ 139 b は、例えば、リアルイメージのそばに表示されている距離表示の形態になっており、例えば、外科手術用具とターゲット領域との間の距離を示している。

30

40

【0195】

図 19 に図示されている描写システムは、描写システムのデータ収集システム 142 およびコンピュータ 141 を含む。データ収集システム 142 は、示されていない 3D 表面データ生成手段、位置データ生成手段、および、任意の構成として、先に説明されているような他の手段から、さまざまなデータを収集するように構成されており、ここで、データは、少なくとも 3D 表面データおよびリアルタイム位置データを含む。データ収集シス

50

テム142は、先に説明されているようなリアルイメージを収集するようにさらに構成されており、また、描写データを計算するためにデータおよびイメージをコンピュータ141に送信するようにさらに構成されており、描写データおよびイメージは、表示部143aにタイムリーに関連した形で送信され、表示部143aでは、描写149aの少なくとも一部が、リアルイメージ145の上部に表示される。リアルイメージ145の上部に表示されている描写149aの一部は、リアルイメージ145に関して少なくとも部分的に透明にするとよい。コンピュータは、先に説明されているような複数の性能データセットを記憶し、また、(例えば、ユーザの改善を決定するために同じユーザによって生成される)1つ以上の記憶された性能データセットに対して相対的にユーザの性能を分析および任意に比較評価を行うようにプログラムされている。図19の例では、コンピュータシステムは、表示されるようにユーザスコア149bを送信している。描写システムは、最小侵襲性手術処置のユーザ性能の完全評価をプリントまたは表示するために、プリンタ、他の表示ユニット、および/または、スマートフォン143bにさらにデジタル接続されている。完全評価は、タイムリーな比較評価および空間的な外科手術用具動作比較評価の両方、並びに、任意の他の比較評価を含んでもよい。

10

【0196】

図20に図示されている描写システムは、描写システムのデータ収集システム152およびコンピュータ151を含む。データ収集システム152は、さまざまな3D表面データ生成手段、位置データ生成手段、および、任意の構成として、他の手段から、例えば、先に説明されているような外科手術用具157の上の内視鏡記録装置158および/またはセンサから、さまざまなデータを収集するように構成されており、ここで、データは、少なくとも3D表面データおよびリアルタイム位置データを含む。データ収集システム152は、先に説明されているようなリアルイメージを収集するようにさらに構成されており、また、描写データを計算するためにデータおよびイメージをコンピュータ151に送信するようにさらに構成されており、描写データおよびイメージは、表示部153にタイムリーに関連した形で送信され、表示部153では、描写159の少なくとも一部が、リアルイメージ155の上部に表示される。リアルイメージ155の上部に表示されている描写159の一部は、リアルイメージ155に関して少なくとも部分的に透明にするとよい。

20

【0197】

描写システムは、指導担当用制御ユニット154aをさらに含み、指導担当用制御ユニット154aは、そのコンピュータシステムと通信しているか、または、そのコンピュータシステムの中に含まれている。指導担当用制御ユニットは、指導担当の指示などのような指導担当の入力を記録するためのデジタルユーザ(指導担当)インターフェースおよび/または録音機を含む。指導担当の入力データは、指導担当描写154bとして表示されるために、コンピュータ151を介して表示部153に送信される。

30

【0198】

図21に図示されている描写システムは、描写システムのデータ収集システム162およびコンピュータ161を含む。データ収集システム162は、さまざまな3D表面データ生成手段、位置データ生成手段、および、任意の構成として、例えば、本明細書で例えば以下に説明されているような他の手段から、さまざまなデータを収集するように構成されている。データは、少なくとも3D表面データおよびリアルタイム位置データを含む。データ収集システム162は、先に説明されているようなリアルイメージを収集するようにさらに構成されてもよく、また、描写データを計算するためにデータおよびイメージをコンピュータ161に送信するようにさらに構成されてもよく、描写データおよびイメージは、表示部163にタイムリーに関連した形で送信される。

40

【0199】

図示されている実施形態では、データ生成手段は、内視鏡168を含み、内視鏡168は、光パターンを出射するための構成体、並びに、パターンから反射/散乱した光を記録するための、および、任意の構成として、表面部分および外科手術用具167のリアルイ

50

メージを記録するための記録装置を含む。示されている実施形態の変形例では、光パターンを出射するための構成体、および、パターンから反射/散乱した光を記録するための記録装置は、内視鏡168の一部ではなく、内視鏡進入の部位とは別の場所において、皮膚層166を通して挿入されている。また、描写システムの外科手術用具167は、光パターンを出射するように構成されている。

【0200】

ハンドルを備えた外科手術用具は、例えば、国際公開第15124159号に説明されているような外科手術器具組立体の形態であってもよい。ハンドルおよび/または外科手術用具全体は、例えば、ロボットアームの一部であってもよい。

【0201】

内視鏡168は、患者の皮膚層166の中の切開部を通して挿入されている。内視鏡は、クロスハッチング式のパターン168aなどのような静止パターンを出射しており、それは、空洞の表面部分の上に衝突しており、また、空洞の表面部分から少なくとも部分的に反射/散乱されており、それによって、表面部分の表面外形を明らかにしており、それは、内視鏡168の記録装置によって、3D表面データの形態、好ましくはリアルイメージの形態の両方で記録されることが好ましい。

【0202】

外科手術用具167は、患者の皮膚層166を通る別の切開部（または、同じ切開部）を通して、最小侵襲性手術空洞の中へ挿入されている。光パターンは、関連の表面部分に向けて出射され、光パターン167aは、最小侵襲性手術空洞の表面部分に衝突して最小侵襲性手術空洞の表面部分から少なくとも部分的に反射および/または散乱する。外科手術用具167が移動するとき、外科手術用具167から出射されるパターン167aは、内視鏡168からの静止パターン168aの上の動的なパターン167aになる。反射および/または散乱した光は、内視鏡168の記録装置によって記録されるので、大量の3D表面データ、リアルタイム位置データ、および、リアルタイム配向データが得られ、データ収集システム162に送信される。動的なパターンの移動は、例えば、静止パターンに関係していてもよく、関連の3Dデータ、位置データ、および配向データが、三角法の計算方法を使用して決定されてもよい。

【0203】

描写システムは、ロボットコントローラ160をさらに含む。コンピュータ161は、3D表面データ、リアルタイム空間位置データ、およびリアルタイム配向データを含む、収集されたデータの少なくとも一部をロボットコントローラ160に送信するために、ロボットコントローラ160とデータ接続している。ロボットコントローラ160は、最小侵襲性手術処置を実施するための外科手術用具を操作するための示されていないロボットを制御するように構成されており、また、描写システムは、描写を表示するように構成されており、描写は、ロボットによる外科手術用具の動作のリアルタイム相関描写を含む。それによって、指導担当、例えば、オペレータは、表示されている描写を介して、その最小侵襲性手術の実施の間に、ロボットを観察下に維持することができ、それによって、十分に正確に、または、説明されているように、ロボットが動作するように制御することができ、指導担当は、例えば、図20に示されているような指導担当用制御ユニットを介して、指示をロボットコントローラに与えることによって、ロボットを補正することができる。

【0204】

図は、概略的なものであり、実寸に描かれておらず、明確化のために簡単化されている可能性がある。全体を通して、同じ参照番号は、同一のパーツまたは対応するパーツに関して使用されている。

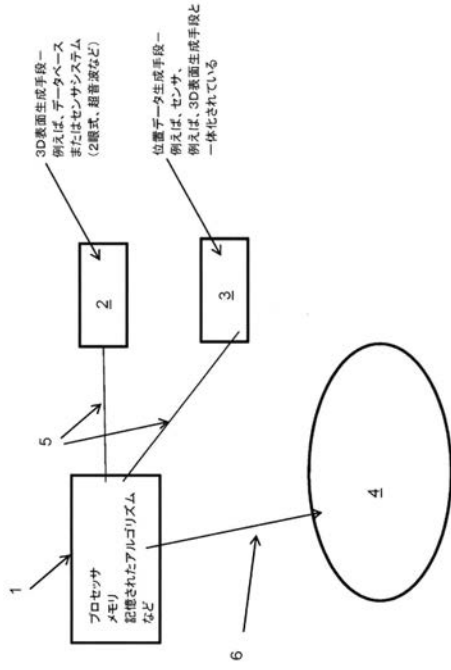
10

20

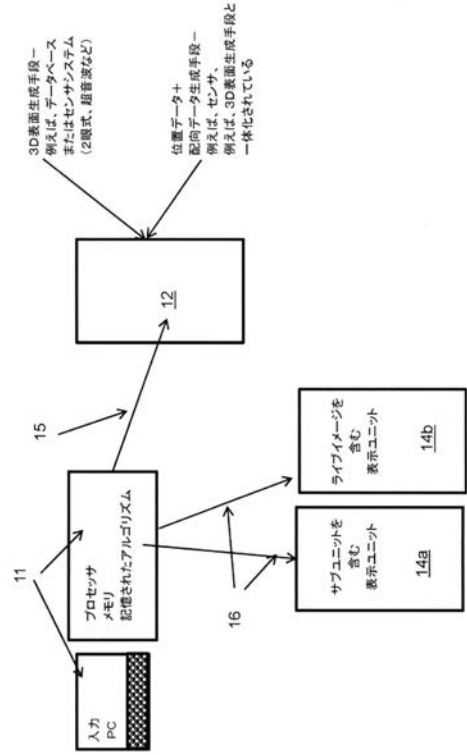
30

40

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

3Dデータ データベースシステム—分類データ

固有コード	男/女	身長 (cm)	体重 (kg)	最小侵襲性手術空洞	年齢
M-201	男	182	80	腹腔	42	...
F-325	女	171	60	骨盤腔	76	...
M-793	男	180	98	心臓腔	21	...
...	...	165	35	...
...						...

【 図 4 】

3Dデータ データベースシステム—3Dデータセット

固有コード	3Dデータセット—表面a	3Dデータセット—表面b
M-201	データ...	データ...
F-325	データ...	データ...
M-793	データ...	データ...
...	データ...	データ...
...

【 図 5 】

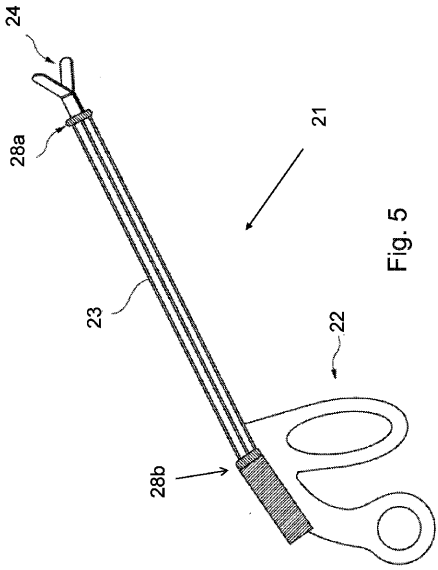


Fig. 5

【 図 6 】

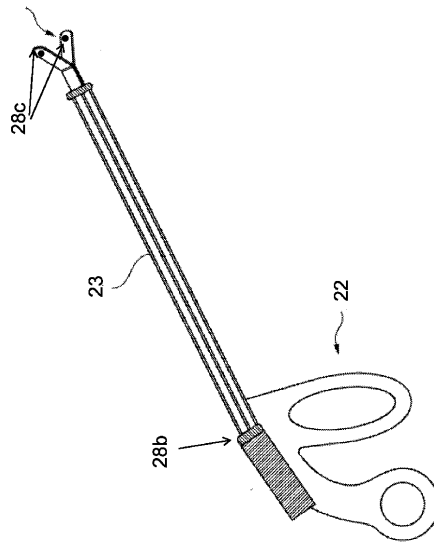
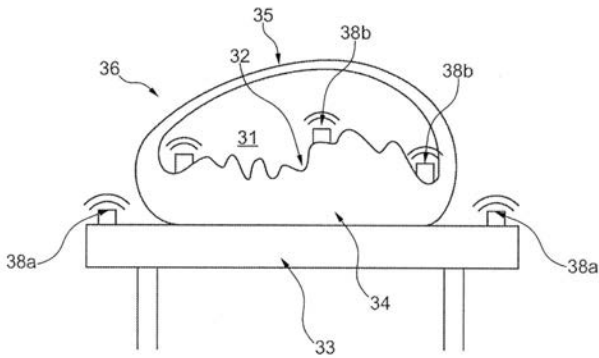


Fig. 6

【 図 7 】



【 図 8 】

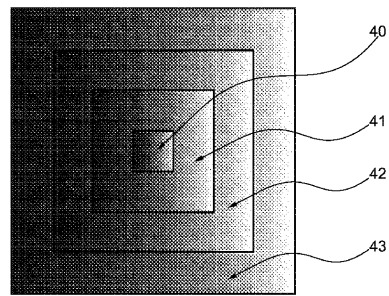


Fig. 8

【 図 9 】

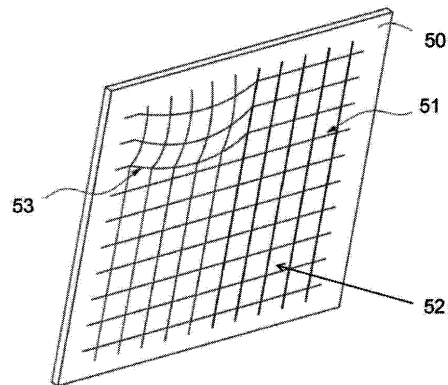
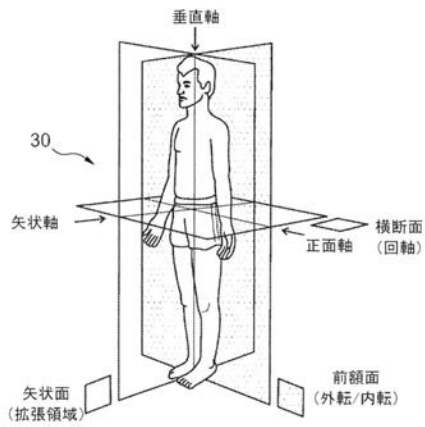


Fig. 9

【図10】

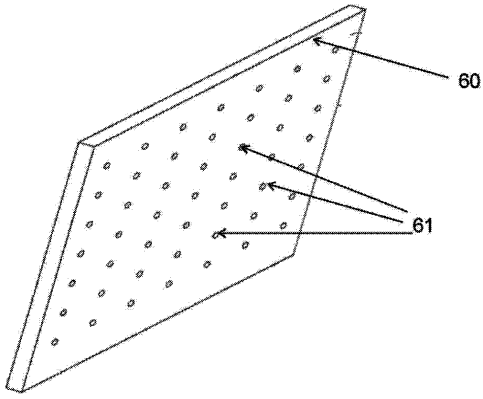


Fig. 10

【図11】

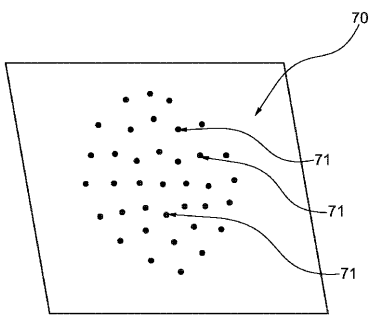
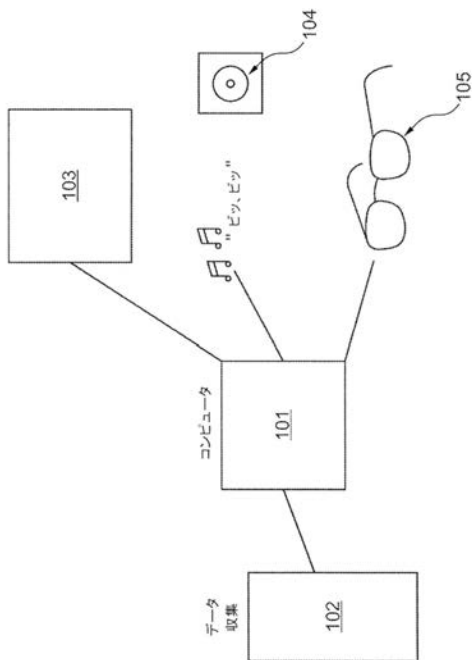


Fig. 11

【図14】



【図12】

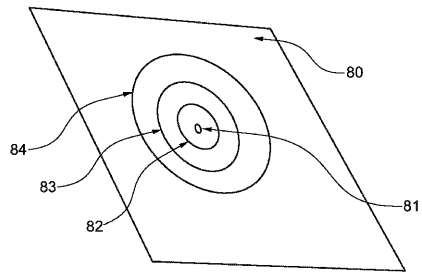


Fig. 12

【図13】

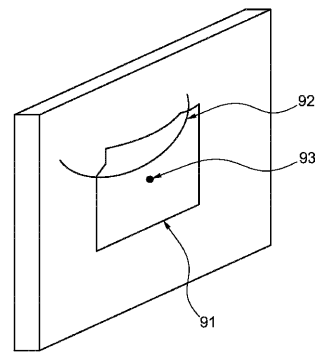
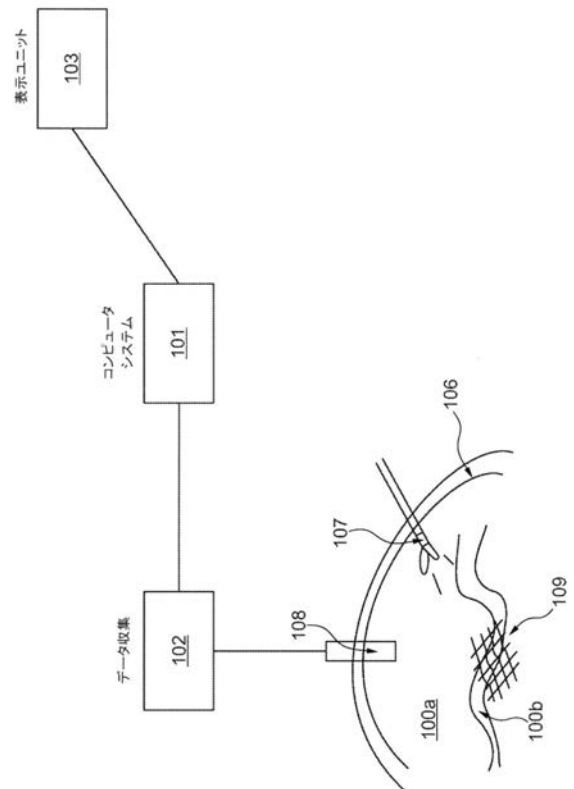


Fig. 13

【図15】



【 図 1 6 】

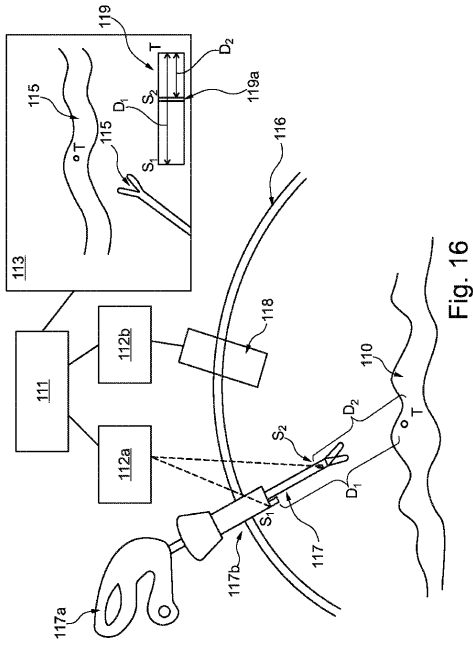


Fig. 16

【 図 1 7 】

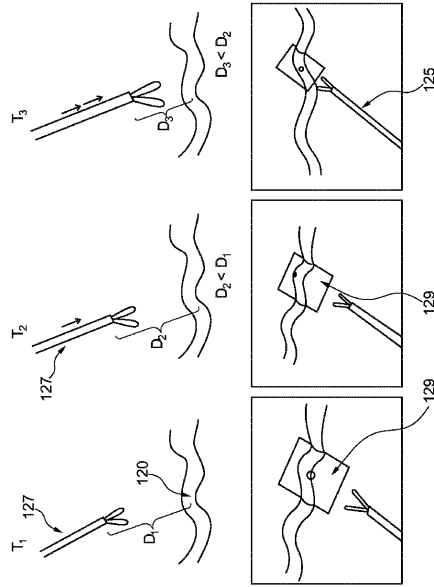
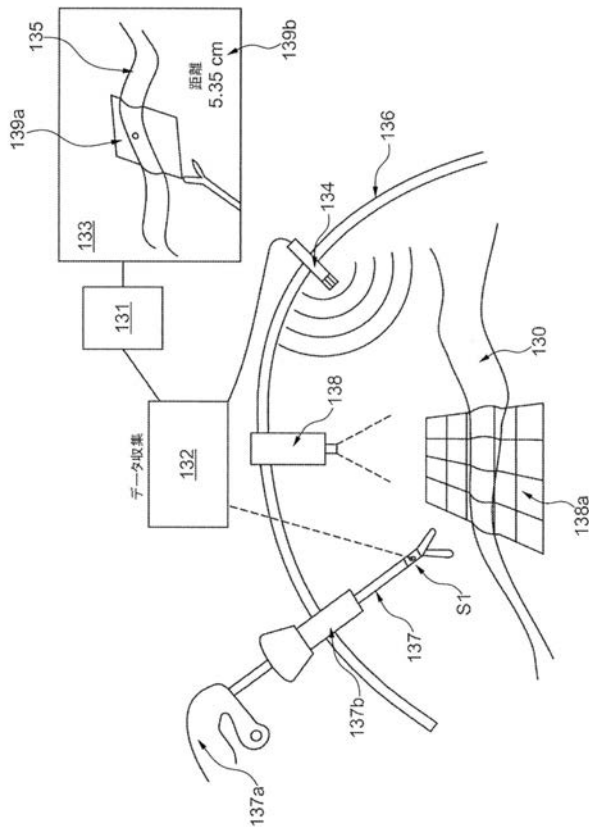
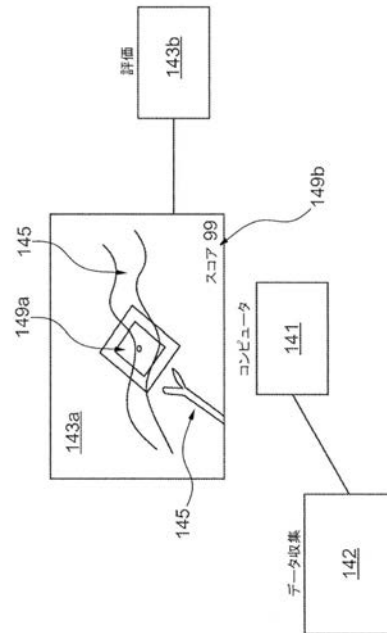


Fig. 17

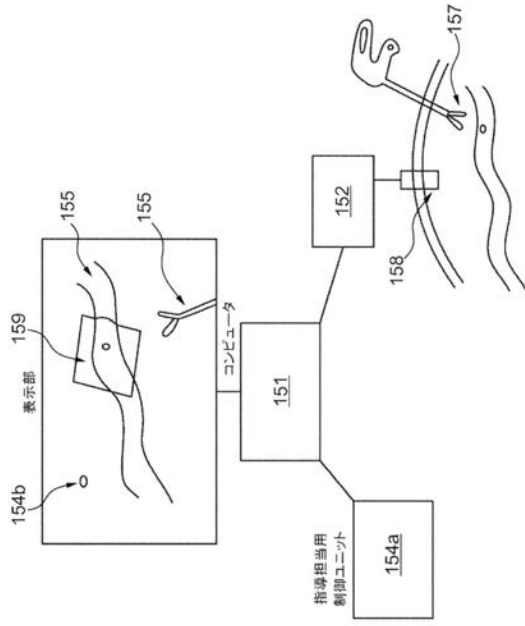
【 図 1 8 】



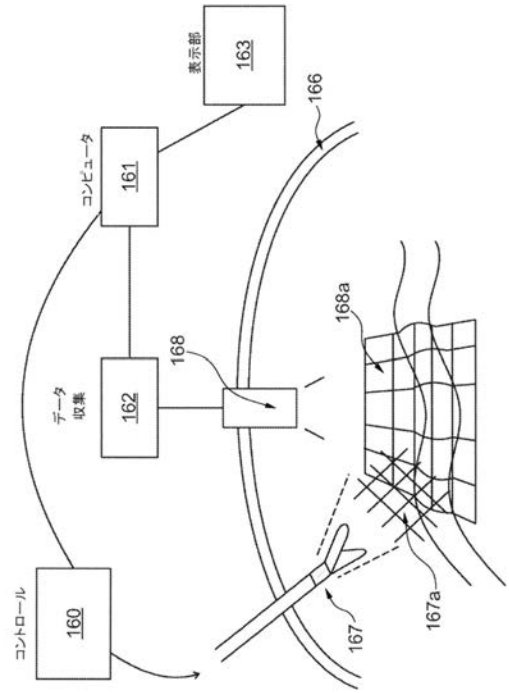
【 図 1 9 】



【図 20】



【図 21】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/DK2016/050180
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B 1/04 (2006.01), A61B 1/313 (2006.01), G01B 11/24 (2006.01) According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC&CPC: A61B, G01B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched DK, NO, SE, FI: Classes as above.		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPODOC, WPI, FULLTEXT:ENGLISH		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2015/0238276 A1 (ATAROT et al.) 2015-08-27. See paras. 0009-0012, 0042-0044, 0139-0143, 0161, 0182-0203, 0379-0381; claims 1-2, 11-12; and figs. 1-10, 14-15, 27.	1-71
A	US 2014/0303491 A1 (SHEKHAR et al.) 2014-10-09. See paras. 0002, 0019, 0023, 0061, 0076, and figs. 1-2, 10-15.	1-71
A	WO 2013/163391 A1 (UNIV COLUMBIA) 2013-10-31. See paras. 0015-0021, 0031, 0051, 0059, and fig. 1.	1-71
A	US 2009/0318756 A1 (SOUTHWEST RES INST) 2009-12-24. See whole document.	1-71
A	EP 2554103 A1 (FUJIFILM CORP) 2013-02-06. See whole document.	1-71
A	US 5836869 A (KUDO et al.) 1998-11-17. See whole document.	1-71
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 01/11/2016		Date of mailing of the international search report 04/11/2016
Name and mailing address of the ISA Nordic Patent Institute Helgeshøj Allé 81 DK - 2630 Taastrup, Denmark. Facsimile No. + 45 43 50 80 08		Authorized officer Carsten Købler Telephone No. +45 43 50 85 32

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DK2016/050180

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DK2016/050180

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

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

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

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

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

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/DK2016/050180

Patent document cited in search report / Publication date	Patent family member(s) / Publication date
US 2015238276 A1 2015.08.27	WO 2014049598 A1 2014.04.03 EP 2900130 A1 2015.08.05 WO 2015151098 A2 2015.10.08 DE 202013012276U U1 2016.01.20
US 2014303491 A1 2014.10.09	WO 2014165805 A2 2014.10.09 WO 2014165805 A3 2014.11.27 EP 2981205 A2 2016.02.10
WO 2013163391 A1 2013.10.31	US 2014336461 A1 2014.11.13
US 2009318756 A1 2009.12.24	NONE
EP 2554103 A1 2013.02.06	WO 2011122032 A1 2011.10.06 JP 5380348B B2 2014.01.08 CN 102821671B B 2016.03.02 US 2013023730 A1 2013.01.24 EP 2554103 A4 2015.11.11
US 5836869 A 1998.11.17	JPH 08164148 A 1996.06.25 JPH 08332169 A 1996.12.17 JP 3506809B B2 2004.03.15 JPH 0928663 A 1997.02.04 JP 3618413B B2 2005.02.09 US 6036637 A 2000.03.14

フロントページの続き

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

(72)発明者 キルケゴール、ヘンリエッテ シュルツ

デンマーク国 1757 コペンハーゲン ヴィ トレイボルグガーデ 8 エステ . テヴィ .

Fターム(参考) 2F069 AA04 AA66 GG04 GG06 GG07 GG08 HH09

4C161 AA24 CC06 HH51 JJ08 JJ09 JJ11

