

(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2015-508293

(P2015-508293A)

(43) 公表日 平成27年3月19日(2015.3.19)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)  
**A 6 1 B 19/00 (2006.01)** A 6 1 B 19/00 5 0 2

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2014-537811 (P2014-537811)	(71) 出願人	514106524
(86) (22) 出願日	平成24年10月21日 (2012.10.21)		ナビゲート サージカル テクノロジーズ インク
(85) 翻訳文提出日	平成26年6月3日 (2014.6.3)		カナダ 2H8 ブリティッシュ コロン ビア州 V7J ノース バンクーバー
(86) 国際出願番号	PCT/IL2012/000363		リロット ロード 1088
(87) 国際公開番号	W02013/061318	(74) 代理人	100083138
(87) 国際公開日	平成25年5月2日 (2013.5.2)		弁理士 相田 伸二
(31) 優先権主張番号	13/571,284	(74) 代理人	100189625
(32) 優先日	平成24年8月9日 (2012.8.9)		弁理士 鄭 元基
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	ダオン エフド
(31) 優先権主張番号	61/553,058		カナダ 2H8 ブリティッシュ コロン ビア州 V7J ノース バンクーバー
(32) 優先日	平成23年10月28日 (2011.10.28)		リロット ロード 1088
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	61/616,718		
(32) 優先日	平成24年3月28日 (2012.3.28)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

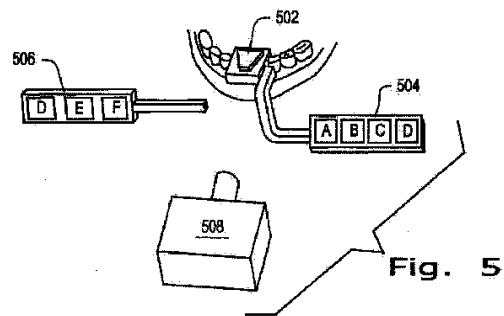
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 手術位置モニタリングシステム及びその方法

(57) 【要約】

本発明は手術ハードウェア及びソフトウェアモニタリングシステム及びその方法であって、患者の手術までに余裕がある間、例えば患者が手術を準備している間、そのシステムが手術部位をモデル化できるよう、手術計画を可能にする。映像情報を以前に獲得したスキャンデータと空間的に関連付けするように構成されたコントローラ 210を備え、トラッカー508、610は映像情報を獲得する。基準レファレンス10が手術部位に隣接した位置に着脱可能に取り付けられるように構成されている。この基準レファレンスは、トラッカーによって観測することができるので、基準レファレンスの3次元位置と方向を決定するため、映像情報をスキャンデータに空間的に関連付けし、コントローラのソフトウェアはスキャンデータと手術部位600の映像データに基づき、3次元位置と方向を決定することができる。

【選択図】 図5



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

映像情報を獲得するためのトラッカー 508、610と、  
映像情報を、以前に獲得したスキャンデータと空間的に関連付けするように構成されるコントローラ 210とを含み、

手術部位に隣接した位置に着脱可能に取り付けられるように構成される基準レファレンス 10 であって、前記基準レファレンスは前記トラッカーにより観察することができるので、前記コントローラのソフトウェアは手術部位 600 のスキャンデータと映像データに基づいて 3 次元位置と方向を決定することができ、前記基準レファレンスの 3 次元位置と方向を決定するため、前記映像情報を前記スキャンデータと空間的に関連付けすることを特徴とする手術モニタリングシステム。

10

**【請求項 2】**

患者の手術領域 600 に固定されるよう、調節されている基準レファレンス 10 と、  
所定方向に道具に取り付けられたマーカー 12 と、  
1 つ以上のマーカーの位置及び方向を決定することができるトラッカー 508、610 とを含み、

前記マーカーと前記トラッカーのうち、少なくとも 1 つは、固定された相対的位置で前記基準レファレンスに接続されており、

コンピュータシステム 210 は、前記患者の手術領域に固定されている前記基準レファレンスが備えられた患者のスキャンを有しており、前記コンピュータシステムは前記トラッカーに接続されており、前記コンピュータシステムは、メモリを備えたプロセッサと、前記プロセッサによって実行される際に一連の命令を有するソフトウェアプログラムであって、前記トラッカーから転送された情報に基づいて前記マーカーの相対的位置と方向を決定し、道具の現在の配置を前記スキャンデータに関連付けするソフトウェアプログラムと、前記コンピュータシステムと通信するディスプレイシステム 224 であって、手術手順で前記道具の現在の位置と患者のスキャンデータをディスプレイするように適応されているディスプレイシステムとを含むことを特徴とする手術モニタリングシステム。

20

**【請求項 3】**

手術部位に隣接した位置に取り付けることができる基準レファレンス 10 であって、スキャン上で認識することができる基準レファレンスと、

道具に関連付けされており、前記基準レファレンスに対して固定した接続を有するマーカー 12 と、

前記手術部位の隣接領域を観察するための知覚的道具を有するトラッカー 508、610 とを含み、

前記トラッカーと通信し、前記基準レファレンスを認識することができ、前記スキャン、前記基準レファレンスの識別、及び前記トラッカーから受信した観察データに基づいて前記手術部位のモデルを計算することができるソフトウェアを有するコンピュータを特徴とする手術モニタリングシステム。

30

**【請求項 4】**

前記基準レファレンスは、前記スキャンデータから決定された位置及び方向のうち、少なくとも 1 つを有する表示及び形状のうち、少なくとも 1 つであることを特徴とする前記請求項のうち、いずれかの 1 項に記載の手術モニタリングシステム。

40

**【請求項 5】**

前記基準レファレンスは、前記基準レファレンスを前記スキャンデータからユニークに識別することができる表示及び形状のうち、少なくとも 1 つであることを特徴とする前記請求項のうち、いずれかの 1 項に記載の手術モニタリングシステム。

**【請求項 6】**

トラッキングマーカー 12 は、前記基準レファレンスと固定された 3 次元空間関係にあり、前記トラッキングマーカーは、前記映像データと前記スキャンデータに基づき、前記コントローラによって決定された位置及び方向のうち、少なくとも 1 つを有するように構成

50

されていることを特徴とする前記請求項のうち、いずれかの 1 項に記載の手術モニタリングシステム。

【請求項 7】

前記トラッキングマーカは、第 1 トラッキングポール 1 1 によって前記基準レファレンスに着脱可能、かつ、堅固に接続することができるように構成されていることを特徴とする前記請求項のうち、いずれかの 1 項に記載の手術モニタリングシステム。

【請求項 8】

前記第 1 トラッキングポールは、前記映像情報から前記コントローラによってユニークに識別することができる 3 次元構造を有することを特徴とする前記請求項のうち、いずれかの 1 項に記載の手術モニタリングシステム。

10

【請求項 9】

前記第 1 トラッキングポールは、前記映像情報から前記コントローラによって 3 次元方向を決定することができるようにする 3 次元構造を有することを特徴とする前記請求項のうち、いずれかの 1 項に記載の手術モニタリングシステム。

【請求項 10】

第 1 単一ユニークな 3 次元方向で前記第 1 トラッキングポールを前記基準レファレンス上の単一ユニークな位置に接続することができるよう、前記第 1 トラッキングポール及び前記基準レファレンスが構成されていることを特徴とする前記請求項のうち、いずれかの 1 項に記載の手術モニタリングシステム。

【請求項 11】

20

前記基準レファレンスは、第 2 トラッキングマーカに取り付けられた少なくとも 1 つの第 2 トラッキングポールの第 2 単一ユニークな 3 次元方向に取り付けられるように構成されていることを特徴とする前記請求項のうち、いずれかの 1 項に記載の手術モニタリングシステム。

【請求項 12】

前記トラッキングマーカは、映像情報から前記コントローラによってユニークに識別することができる 3 次元形状を有することを特徴とする前記請求項のうち、いずれかの 1 項に記載の手術モニタリングシステム。

【請求項 13】

前記第 1 トラッキングマーカは、映像情報から前記コントローラによって 3 次元方向を決定することができるようにする 3 次元形状を有することを特徴とする前記請求項のうち、いずれかの 1 項に記載の手術モニタリングシステム。

30

【請求項 14】

前記第 1 トラッキングマーカは、前記コントローラによってユニークに識別することができるマーキングを有し、前記映像情報と前記スキャンデータに基づき、前記コントローラによって前記マーキングの位置及び方向のうち、少なくとも 1 つを決定することができるよう、前記マーキングが構成されていることを特徴とする前記請求項のうち、いずれかの 1 項に記載の手術モニタリングシステム。

【請求項 15】

前記基準レファレンスは、複数の分割パターン 7 2 0 を含む多重要素基準パターン 7 1 0 を含んでおり、全ての分割は、前記手術部位のスキャンデータに基づいて決定することができる分割 3 次元の位置と方向を有し、手術部位に関する映像情報に基づいて決定される分割 3 次元の位置と方向を有するよう、個別的に構成されていることを特徴とする前記請求項のうち、いずれかの 1 項に記載の手術モニタリングシステム。

40

【請求項 16】

前記複数の分割パターンは、前記コントローラがスキャンデータと映像情報のうち、少なくとも 1 つからユニークに識別することができるユニークで区分可能な形状を有することを特徴とする前記請求項のうち、いずれかの 1 項に記載の手術モニタリングシステム。

【請求項 17】

トラッキングマーカ 7 4 0 が分割パターンのうち、少なくとも 1 つの選択された分割パ

50

ターンに取り付けられており、前記トラッキングマーカ－は、その3次元方向を前記映像情報から前記コントローラによって決定することができるようにする識別マークと方向マークのうち、少なくとも1つを有することを特徴とする前記請求項のうち、いずれかの1項に記載の手術モニタリングシステム。

【請求項18】

前記コントローラは、映像情報とスキャンデータに基づき、分割パターンのうち、少なくとも1つの選択された分割パターンの位置及び方向を決定するように構成されていることを特徴とする前記請求項のうち、いずれかの1項に記載の手術モニタリングシステム。

【請求項19】

前記コントローラは、前記多重要素基準パターンに隣接した解剖学的特徴の位置を計算するように構成されていることを特徴とする前記請求項のうち、いずれかの1項に記載の手術モニタリングシステム。

10

【請求項20】

追加的なトラッキングマーカ－が手術部位に隣接した道具506、606、608に取り付けられており、前記コントローラは、映像情報及び前記追加的なトラッキングマーカ－に関する情報に基づき、道具の位置及び方向を決定するように構成されていることを特徴とする前記請求項のうち、いずれかの1項に記載の手術モニタリングシステム。

【請求項21】

前記基準レファレンスは、前記手術部位の一部に着脱可能、かつ、堅固に取り付けられていることを特徴とする前記請求項のうち、いずれかの1項に記載の手術モニタリングシステム。

20

【請求項22】

前記基準レファレンスは、前記手術部位の一部に同一の3次元方向に繰り返し可能に取り付けることができることを特徴とする前記請求項のうち、いずれかの1項に記載の手術モニタリングシステム。

【請求項23】

患者の手術部位の3次元位置と方向を、スキャンにおける前記手術部位の位置と方向にリアルタイムで関連付けするための方法であって、

前記手術部位に隣接した患者の基準位置に基準レファレンス10を着脱可能に取り付ける段階と、

30

前記基準位置に取り付けられた前記基準レファレンスでスキャンを行い、スキャンデータを獲得する段階と、

前記スキャンデータから前記基準レファレンスの3次元位置と方向を決定する段階と、

前記手術部位のリアルタイムの映像情報を獲得する段階と、

前記映像情報から前記基準レファレンスの3次元位置と方向をリアルタイムで決定する段階と、

前記スキャンデータから決定された前記基準レファレンスの3次元位置と方向に対し、前記映像情報から決定された前記基準レファレンスの3次元位置と方向をリアルタイムで表現するための空間変形マトリクスを誘導する段階とを含むことを特徴とする方法。

【請求項24】

40

前記手術部位のリアルタイムの映像情報を獲得する段階は、前記基準レファレンスに対し、固定された3次元空間関係にある第1トラッキングマーカ－12を前記基準レファレンスに堅固、かつ、着脱可能に取り付ける段階を含む請求項23に記載の方法。

【請求項25】

前記第1トラッキングマーカ－は、映像情報に基づいて決定される位置と方向を有するように構成されている請求項23ないし請求項24のうち、いずれかの1項に記載の方法。

【請求項26】

前記基準レファレンスに前記第1トラッキングマーカ－を取り付ける段階は、トラッキングポールによって前記第1トラッキングマーカ－を前記基準レファレンスに堅固、かつ、着脱可能に取り付ける段階を含むことを特徴とする請求項23ないし請求項25のうち、

50

いずれかの 1 項に記載の方法。

【請求項 27】

前記基準レファレンスは前記スキャンデータに基づいて個別に位置することができる複数の分割パターンを含む多重要素基準パターンであり、  
前記スキャンデータから前記基準レファレンスの 3 次元位置と方向を決定する段階は、前記スキャンデータから前記複数の分割パターンのうち、少なくとも一つの選択された分割パターンの 3 次元位置と方向を決定する段階を含み、  
前記映像情報から前記基準レファレンスの 3 次元位置と方向をリアルタイムで決定する段階は、映像情報から前記複数の分割パターンのうち、少なくとも一つの選択された分割パターンの 3 次元位置と方向を決定する段階を含むことを特徴とする請求項 23 ないし請求項 26 のうち、いずれかの 1 項に記載の方法。

10

【請求項 28】

手術部位における変化をリアルタイムで追跡するための方法であって、  
前記手術部位に隣接した患者の基準位置に多重要素基準レファレンス 710 を着脱可能に取り付ける段階であって、前記多重要素基準レファレンスはスキャンデータに基づいて個別に位置することができる複数の分割パターン 720 を含む段階と、  
前記基準位置に取り付けられた前記基準レファレンスでスキャンを行い、スキャンデータを獲得する段階と、  
前記スキャンデータに基づいて前記分割パターンのうち、少なくとも一つの選択された分割パターンの 3 次元位置と方向を決定する段階と、  
前記手術部位のリアルタイムの映像情報を獲得する段階と、  
前記映像情報から前記分割パターンのうち、少なくとも一つの選択された分割パターンの 3 次元位置と方向をリアルタイムで決定する段階と、  
前記映像情報から決定された分割パターンのうち、少なくとも一つの選択された分割パターンの 3 次元位置及び方向と、前記スキャンデータから決定された分割パターンのうち、少なくとも一つの選択された分割パターンの 3 次元位置及び方向とをリアルタイムで比較し、前記手術部位の空間的な歪みをリアルタイムで誘導する段階とを含むことを特徴とする方法。

20

【請求項 29】

患者の手術部位に対し、オブジェクトの位置をリアルタイムでモニタリングする方法であって、  
前記手術部位 600 に隣接した患者の基準位置に基準レファレンス 10 を着脱可能に取り付ける段階と、  
前記基準位置に取り付けられた前記基準レファレンスでスキャンを行い、スキャンデータを獲得する段階と、  
前記スキャンデータから前記基準レファレンスの 3 次元位置と方向を決定する段階と、  
前記手術部位のリアルタイムの映像情報を獲得する段階と、  
前記映像情報から前記基準レファレンスの 3 次元位置と方向をリアルタイムで決定する段階と、  
前記スキャンデータから決定された前記基準レファレンスの 3 次元位置と方向に対し、前記映像情報から決定された前記基準レファレンスの 3 次元位置と方向をリアルタイムで表現するための空間変形マトリクスを誘導する段階と、  
オブジェクトの 3 次元位置と情報を、前記映像情報から決定された前記基準レファレンスの 3 次元位置と情報に関連付けする段階とを含むことを特徴とする方法。

30

40

【請求項 30】

前記映像情報からオブジェクトの 3 次元位置と方向をリアルタイムで決定する段階は、前記オブジェクトにトラッキングマーカ 12 を堅固に取り付ける段階を含む請求項 28 ないし請求項 29 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

## 【0001】

本発明は、位置モニタリングハードウェア及びソフトウェアシステムに関する。更に詳細には、本発明の技術分野は、手術条件をモニタリングするための手術道具及びソフトウェア分野である。

## 【背景技術】

## 【0002】

視覚及び他の感覚システムが知られているが、これらのシステムは手術手順を観測及びモニタリングすることができる。現在、このような観察及びモニタリングシステムを用いてコンピュータが支援する手術が可能であり、実際、日常的に行われている。かかる手順において、コンピュータソフトウェアは、患者の臨床映像及び現在の手術手順から観察された手術映像と相互作用し、手術を行う外科医を案内する。例えば、一つの公知のシステムにおいて、キャリアアセンブリは患者の顎骨に対し、正確に繰り返せる位置内で取り付け要素の上部に少なくとも一つの基準マーカを有する。その基準マーカと患者の顎骨の間の位置登録を提供するため、そのキャリアアセンブリを採択し、その位置登録を使用してドリルリングアセンブリを案内するトラッキングシステムを採択することで、人工の歯（インプラント）を移植する。このような相対的に新しいコンピュータ具現技術を備えることで、更なる改善は手術手順の効率性を一層向上させることができる。

10

## 【発明の概要】

## 【課題を解決するための手段】

## 【0003】

本発明は手術ハードウェア及びソフトウェアモニタリングシステム及びその方法であって、患者の手術までに余裕がある間、例えば患者が手術を準備している間、そのシステムが手術部位をモデル化できるよう、手術計画を可能にする。一つの実施様態において、意図されている手術手順を追跡し、手術手順において不適合な位置を表す、起こり得る境界侵害について外科医に警告するため、このモデルを使用することができる。他の実施様態において、ハードウェアは手術の間、そのモデルを参照して道具の動きを追跡し、手術の観察を向上させることができる。このような方式で手術計画及び遂行を向上させることができる追加的なツールが外科医に提供される。

20

## 【0004】

このシステムは、重要領域（Critical area）に関するモニタリングシステムに方向を付与するため、特別に構成されている基準レファレンスを使用する。基準レファレンスは、意図された手術部位に隣接した位置に取り付けられている。例えば、歯の手術の場合、手術部位に隣接して基準レファレンスを確実に位置付けるため、副木を使用することができる。続いて、手術部位に関する今後の映像処理のため、この基準レファレンスは、レファレンスポイント、即ち基点として使用することができる。この基準レファレンスはスキャンで明確に認識できる基準マーカを有しているため、手術領域の他の部分に対して識別できる。

30

## 【0005】

本発明の実施様態のシステムは、トラッキングマーカであり得るトラッキング機器によって患者の3次元位置を自動的にコンピューティングすることに関連する。トラッキングマーカは基準レファレンスに対し、固定された空間位置に直接取り付け、若しくは特有の3次元形状を有することができるトラッキングポールを介して基準レファレンスに取り付けることができる。歯の手術の場合、トラッキングポールは基準レファレンスのベースに機械的に接続されており、基準レファレンスは患者の口腔内に固定されている。それぞれのトラッキングポール機器は、それ自体に、若しくは適切なトラッキングマーカに位置している特別な観察パターンと、ベースへの特別な幾何学的な接続を持つため、コンピュータソフトウェアはその後の位置計算に関連し、特別な幾何学的な形態に相応するものとして認識する。個々のトラッキングポール機器が独特な形状を持っているが、これらの機器は全て同一のベース接続構造を持っているため、いずれの基準レファレンスとも一緒に使用することができる。特別なトラッキング情報計算は使用される特別なトラッキ

40

50

ングポールによって指示され、実際、患者の位置はそれによって計算される。従って、ポルトラッキング機器は入れ替えても良いし、位置の計算は同じままである。歯の手術の場合、かかる作用で空間において患者の頭の位置が自動的に認識される。或いは、感知器、即ちトラッカーが、基準キー及びトラッキングポールに対し公知の位置にあり得るので、現在のデータ映像がスキャン映像アイテムに図解され得る。

【0006】

基準レファレンス及びそれぞれのトラッキングポールまたは関連したトラッキングマーカーは、放射線不透過性 (radio-opaque) 素材で製造されるパターンを有することができるため、映像情報がソフトウェアによってスキャンされる際、特定アイテムが認識される。通常、手術で使用されるそれぞれの器具は、それに関連付けられたトラッキングマーカーに独特なパターンを有しているため、トラッカー情報がその器具を識別する。一つの実施様態において、基準レファレンス及び/またはトラッキングポールまたはそれらに取り付けられたトラッキングマーカーのパターンの方向及び位置によって、このソフトウェアは座標系で手術部位のモデルを生成する。一例として、基準レファレンスが関連した、予め割り当てられたパターンを有している実施態様において、トラッカーから映像情報を解析する分析ソフトウェアが、そのパターンを認識し、基準レファレンスが副木に取り付けられる位置にあるよう、基点のベースの部位を選択することができる。基準キーが関連したパターンを有していない場合は、基準部位が指定される。歯の場合、基準部位は歯に対し特定の空間的關係であることができ、基準レファレンスの配置のため、副木の位置を自動的に指定することができる。

10

20

【0007】

本発明の第1側面から、手術部位に隣接した位置に着脱可能に取り付けられ、手術部位のスキャンデータに基づいて決定できる3次元位置と方向を有し、手術部位に関する映像情報に基づいて決定できる3次元位置と方向を有するように構成されている基準レファレンスと、映像情報を獲得するために配置されたトラッカーと、映像情報をスキャンデータに空間的に関連付けし、基準レファレンスの3次元位置と方向を決定するように構成されるコントローラを含む手術モニタリングシステムが提供される。本発明の一つの実施様態において、基準レファレンスは手術部位の一部に、堅固、かつ、着脱可能に取り付けることができる。かかる実施様態において、基準レファレンスは、手術部位の特別な部分で、同一方向に向かって同一の3次元方向に繰り返し取り付けることができる。

30

【0008】

基準レファレンスは、スキャンデータから決定された位置と方向のうち、少なくとも一つを有するため、スキャンデータからユニークに識別できるように表示され、形状を有するものの少なくとも一つである。手術モニタリングシステムは、前記基準レファレンスと固定された3次元空間関係にある第1トラッキングマーカーを更に含むが、第1トラッキングマーカーは、映像データとスキャンデータに基づき、前記コントローラによって決定されたその位置及び方向のうち、少なくとも一つを有するように構成されている。第1トラッキングマーカーは、第1トラッキングポールによって前記基準レファレンスに着脱可能、かつ、堅固に接続できるように構成することができる。第1トラッキングポールは、映像情報からコントローラによってユニークに識別できる3次元構造を有することができる。第1トラッキングポールの3次元構造により、第1トラッキングポールの3次元方向は、映像情報からコントローラによって決定できるようになる。

40

【0009】

第1単一ユニークな3次元方向において、前記第1トラッキングポールが前記基準レファレンス上の単一ユニークな位置に接続できるよう、前記第1トラッキングポール及び前記基準レファレンスを構成することができる。前記基準レファレンスは、第2トラッキングマーカーに取り付けられた少なくとも一つの第2トラッキングポールの第2単一ユニークな3次元方向に取り付けられるよう、構成することができる。前記第1トラッキングマーカーは、映像情報から前記コントローラによってユニークに識別できる3次元形状を有することができる。前記第1トラッキングマーカーは、映像情報から前記コントローラに

50

よってその3次元方向が決定できるようにする3次元形状を有することができる。前記第1トラッキングマーカは、前記コントローラによってユニークに識別できるマーキングを有することができ、前記映像情報と前記スキャンデータに基づき、前記コントローラによってマーキングの位置及び方向のうち、少なくとも一つが決定できるように前記マーキングを構成することができる。

#### 【0010】

前記基準レファレンスは、複数の分割パターンを含む多重要素基準パターン(multi-element fiducial pattern)であり得る。全ての分割は、手術部位のスキャンデータに基づいて決定できる分割された3次元位置と方向を有し、手術部位に関する映像情報に基づいて決定される分割された3次元位置と方向を有するよう、個別に構成される。複数の分割パターンは、前記コントローラがスキャンデータと映像情報のうち、少なくとも一つからユニークに識別できるようにするユニークで区分可能な形状を有することができる。トラッキングマーカが分割パターンのうち、少なくとも一つの選択された分割パターンに取り付けられており、前記トラッキングマーカは、その3次元方向が前記映像情報から前記コントローラによって決定できるようにする識別マーカと方向マーカのうち、少なくとも一つを有する。前記コントローラは、映像情報及びスキャンデータに基づき、分割パターンのうち、少なくとも一つの選択された分割パターンの位置及び方向を決定するよう、構成することができる。前記コントローラは、前記多重要素基準パターンに隣接した解剖学的特徴の位置を計算するよう、構成することができる。

10

20

#### 【0011】

手術モニタリングシステムは、手術部位に隣接した道具に取り付けられている追加的なトラッキングマーカを含むことができ、前記コントローラは、映像情報及び前記追加的なトラッキングマーカに関する情報に基づき、道具の位置及び方向を決定するように構成することができる。

#### 【0012】

本発明の別の側面から、患者の手術部位の3次元位置と方向を、スキャンにおける手術部位の位置と方向にリアルタイムに関連付けするための方法として、前記手術部位に隣接した患者の基準位置に基準レファレンスを着脱可能に取り付ける段階と、前記基準位置に取り付けられた前記基準レファレンスでスキャンを行い、スキャンデータを獲得する段階と、前記スキャンデータから前記基準レファレンスの3次元位置と方向を決定する段階と、前記手術部位のリアルタイムの映像情報を獲得する段階と、前記映像情報から前記基準レファレンスの3次元位置と方向をリアルタイムで決定する段階と、前記スキャンデータから決定された前記基準レファレンスの3次元位置と方向に対し、前記映像情報から決定された前記基準レファレンスの3次元位置と方向をリアルタイムで表現するための空間変形マトリクスを誘導する段階とを含む方法が提供される。

30

#### 【0013】

前記手術部位のリアルタイムの映像情報を獲得する段階は、前記基準レファレンスに対し、固定された3次元空間関係にある第1トラッキングマーカを前記基準レファレンスに堅固、かつ、着脱可能に取り付ける段階を含むことができる。前記第1トラッキングマーカは、映像情報に基づいて決定される位置と方向を有するよう、構成することができる。前記基準レファレンスに前記第1トラッキングマーカを取り付ける段階は、トラッキングポールによって前記第1トラッキングマーカを前記基準レファレンスに堅固、かつ、着脱可能に取り付ける段階を含むことができる。手術部位の映像情報をリアルタイムで獲得する段階は、前記基準レファレンスに対し、固定された3次元空間関係にあるトラッキングポールを前記基準レファレンスに堅固、かつ、着脱可能に取り付ける段階を含むことができ、前記トラッキングポールは、その位置と方向が前記映像情報からユニークに決定できるようにする、はっきりと識別できる3次元形状を有することができる。前記基準レファレンスが前記スキャンデータに基づき、個別に位置できる複数の分割パターンを含む多重要素基準パターンである場合、前記スキャンデータから前記基準レファレンスの

40

50

3次元位置と方向を決定する段階は、前記スキャンデータから前記複数の分割パターンのうち、少なくとも一つの選択された分割パターンの3次元位置と方向を決定する段階を含むことができる。また、前記映像情報から前記基準レファレンスの3次元位置と方向をリアルタイムで決定する段階は、映像情報から前記複数の分割パターンのうち、少なくとも一つの選択された分割パターンの3次元位置と方向を決定する段階を含むことができる。

【0014】

本発明の更に別の側面から、手術部位における変化をリアルタイムで追跡するための方法として、スキャンデータに基づき、個別に位置できる複数の分割パターンを含む多重要素基準レファレンスを、前記手術部位に隣接した患者の基準位置に着脱可能に取り付ける段階と、前記基準位置に取り付けられた前記基準レファレンスでスキャンを行い、スキャンデータを獲得する段階と、前記スキャンデータから前記複数の分割パターンのうち、少なくとも一つの選択された分割パターンの3次元位置と方向を決定する段階と、前記手術部位のリアルタイムの映像情報を獲得する段階と、前記映像情報から前記分割パターンのうち、少なくとも一つの選択された分割パターンの3次元位置と方向をリアルタイムで決定する段階と、前記映像情報から決定された分割パターンのうち、少なくとも一つの選択された分割パターンの3次元位置及び方向と、前記スキャンデータから決定された分割パターンのうち、少なくとも一つの選択された分割パターンの3次元位置及び方向とをリアルタイムで比較し、前記手術部位の空間的な歪みをリアルタイムで誘導する段階とを含む方法が提供される。

10

【0015】

本発明の更に別の側面から、患者の手術部位に対し、オブジェクトの位置をリアルタイムでモニタリングする方法として、前記手術部位に隣接した患者の基準位置に基準レファレンスを着脱可能に取り付ける段階と、前記基準位置に取り付けられた前記基準レファレンスでスキャンを行い、スキャンデータを獲得する段階と、前記スキャンデータから前記基準レファレンスの3次元位置と方向を決定する段階と、前記手術部位のリアルタイムの映像情報を獲得する段階と、前記映像情報から前記基準レファレンスの3次元位置と方向をリアルタイムで決定する段階と、前記スキャンデータから決定された前記基準レファレンスの3次元位置と方向に対し、前記映像情報から決定された前記基準レファレンスの3次元位置と方向をリアルタイムで表現するための空間変形マトリクスを誘導する段階と、オブジェクトの3次元位置と情報を、映像情報から決定された基準レファレンスの3次元位置と情報に関連付けする段階とを含む方法が提供される。前記映像情報からオブジェクトの3次元位置と方向をリアルタイムで決定する段階は、前記オブジェクトにトラッキングマーカを堅固に取り付ける段階を含むことができる。

20

30

【0016】

一つの代わりとなる実施形態において、トラッカー自体が基準レファレンスに取り付けられ、マーカを有するオブジェクトの位置を公知の位置から観測することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

図面と共に後述する本発明の実施形態の説明を参照することによって、上記で言及した、若しくは他の特徴及び目的、かかる特徴及び目的を達成するための方式は、更に明確になり、本発明そのものは更に理解できるであろう。

40

【0018】

【図1】本発明の実施形態が利用できるネットワークシステムの概略的な模式図である。

【図2】コンピューティングシステム（サーバまたはクライアント、または適切であれば両方共）のブロック図であって、このコンピューティングシステムは選択的な入力装置（例えばキーボード、マウス、タッチスクリーンなど）と出力装置、ハードウェア、ネットワークアクセス、一つ以上のプロセッサ並びにデータ及びモジュールのためのメモリ/ストレージを備えているが、本発明の実施形態と共にコントローラ及びディスプレイとして利用することができる。

【図3A-J】本発明の実施形態に係る手術モニタリングシステムのハードウェアの構成

50

要素を示す図面である。

【図4A-C】本発明の位置登録方法の一つの実施形態を例示するフローチャート模式図である。

【図5】本発明の一つの実施形態に従い、トラッキングポールと歯用ドリルを備えている歯用基準キーの図面である。

【図6】本発明の他の実施形態に従い、基準キー、内視鏡、生検針を示す内視鏡手術部位の図面である。

【図7A-7B】複数の分割パターンを含む多重要素基準パターンの図面であって、それぞれデフォルト条件と分割パターンの相互空間的な関係を変更するため、患者の身体が動いた条件を示す図面である。

【図8A-C】図7A及び7Bの多重要素基準パターンに適用された、本発明の位置登録方法の一つの実施形態を示すフローチャート模式図である。

【0019】

複数の図面全体において相応する参照記号は相応する部分を示す。たとえ図面が本発明の実施様態を示していても、これらの図面は必ずしも同じ割合ではなく、本発明を更に上手く例示し、説明できるよう、ある特徴は誇張になっていることもある。フローチャートとスクリーンショットもまた、本質上、代表的であるが、本発明の実際の実施形態は、図面に示していない他の特徴及び段階を含むことができる。本明細書で開示された例示は、一つの形態で本発明の実施様態を説明する。しかし、そのような例示は、決して本発明の範囲を制限するものとして解釈されてはならない。

【発明を実施するための形態】

【0020】

下記に開示された実施様態は、網羅的だったり、後述する詳細な説明に開示されている正確な形態に本発明を制限したりしようとする意図ではない。寧ろ、開示された実施形態における教示を本技術分野における通常の技術者が活用できるよう、実施様態が選択され、説明されている。

【0021】

後述する詳細な説明は、英数字または他の情報を表すコンピュータメモリ内でデータビット上の作動に対するアルゴリズム及び記号表現に部分的に提示されている。特定のスキニング法を利用し、特定形態と相対的な方向及び大きさを備えているハードウェアコンポーネントが示されているが、一般的な場合、通常の技術者であれば本発明の教示内で様々な特定形態、方向及びスキニング法が使用できることを認識することができる。コンピュータは、映像データを獲得して処理するインターフェースを含み、一般的に命令を行うプロセッサと、命令及びデータを保存するメモリとを含む。汎用コンピュータが、そのメモリ内に保存されている命令がエンコーディングされた一連のマシンを有する場合、かかるエンコーディングされた命令で作動するコンピュータは、特定形態のマシン、即ち、一連の命令により具体化された作動を行うよう、特別に構成されているコンピュータであり得る。命令の一部は、他のマシンの作動を制御する信号を生成するため、適用することができる。よって、命令の一部はそれらの制御信号を介して作動し、コンピュータ自体から遠く離れている素材を変形させることができる。これらの説明及び再現は、データ処理分野における通常の技術者によって、彼らの作業内容をその分野における通常の技術者に最も効率よく伝達するに用いられる手段である。

【0022】

本明細書において、そして一般的に、アルゴリズムは希望する結果を誘導する、一貫性ある一連の段階として認識されている。これらの段階は物理量を物理的に処理するのに要求され、手術部位の周辺物質を表すスキニングされたデータを観察し、測定する段階である。必ずしも必要なものではないが、通常、それら量は、保存、転送、変形、組合、比較及び他に処理できる電氣的若しくは磁氣的パルスまたは信号の形態を有する。時々、主に便宜的使用との理由で、それらの信号を物理的アイテムや発現に対するレファレンスとしてビット、値、記号、文字、映像データ、ターム、数字などと呼ぶことが便利であると

10

20

30

40

50

判明したが、物理的なアイテムや発現においてそれらの信号は、映像の基礎となるデータをキャプチャーするよう、具現或いは表現されている。しかし、それらまたは類似の用語は適切な物理量と関連しており、本明細書でそれらの量に適用される便利なラベルとして単に使用されていることに留意すべきである。

【0023】

一部のアルゴリズムは情報を入力すると同時に希望する結果を生成するためにデータ構造を利用することができる。データ構造はデータ処理システムによるデータ管理を非常に促進させ、精巧なソフトウェアシステムを介さなければアクセスできない。データ構造はメモリの情報内容ではなく、寧ろメモリ内に保存された情報における物理的構造を付与し、発現する特定の電氣的な構造的要素を表す。単なる抽象化を飛び越え、データ構造はメモリ内の特定の電氣的または磁氣的な構造的要素であって、同時に複雑なデータ、時々関連アイテムのデータモデリングの物理的特性を正確に表し、コンピュータの作動における効率性を増加させる。

10

【0024】

更に、行われる処理作業は、通常、人間操作員によって行われる精神的動作に関連している、比較若しくは添加のような用語で時々言及されている。本発明の一部分を形成する、本発明で説明された任意の作動において、人間操作員のそのような能力は全く必要でない、若しくは殆どの場合に好ましくなく、かかる作動は機械作動である。本発明の作動を行うために有用な機械は、汎用デジタルコンピュータまたは他の類似の機器を含む。全ての場合において、コンピュータを作動する際の作動方法と、コンピュータ操作自体の方法の間の区別は認識されるべきである。本発明は、電氣的または他の（例えば機械的、化学的）物理的信号を処理する際、他の希望する物理的発現または信号を生成するためにコンピュータを作動させる方法及び装置に関するものである。このコンピュータはソフトウェアモジュールで作動し、そのソフトウェアモジュールは一連の機械命令を表す媒体に保存されている信号の収集所（コレクション）であり、一連の機械命令はコンピュータプロセッサにアルゴリズム段階を具現する機械命令を行わせる。かかる機械命令は、プロセッサがその命令を具現するように解析する実際のコンピュータコードであっても良く、代わりとして実際のコンピュータコードを獲得できるように解析される、かかる命令の高級水準のコーディングであっても良い。ソフトウェアモジュールはまた、ハードウェアコンポーネントを含むことができるが、アルゴリズムの一部の様相は命令の結果としてではなく、回路自体によって行われる。

20

30

【0025】

本発明はまた、それら作動を行うための装置に関する。この装置は、要求される目的のために特別に構成されても良く、コンピュータ内に保存されているコンピュータプログラムによって選択的に起動する、若しくは再構成される汎用コンピュータを含んでも良い。特定のハードウェアを必要とすると明示的に示されない限り、本明細書に提示するアルゴリズムは、如何なる特定コンピュータまたは他の装置とも本質的に関連するものではない。一部の場合において、コンピュータプログラムは特定のプロトコールで構成されている信号を介し、他のプログラムまたは道具と通信したり関連したりするが、相互作用できる特定のハードウェアまたはプログラミングを必要としたり、必要としなかつたりし得る。特に、本明細書における教示に従って記録されたプログラムが備えられている多様な汎用マシンを使用することができ、または要求される方法段階を行うために更に特化した装置を構成する方が一層好都合であると判明されるかもしれない。様々なこれらマシンのために要求される構造は、下記の説明から明らかになるであろう。

40

【0026】

本発明は「オブジェクト指向」ソフトウェア、特に「オブジェクト指向」運営体制を取り扱うことができる。この「客体指向」ソフトウェアは「オブジェクト」の内部で構成されるが、それぞれのオブジェクトはそのオブジェクト若しくはそのオブジェクトと一緒に発生する「イベント」で転送された「メッセージ」に応じて行われる様々な手順（方法）を記述するコンピュータ命令のブロックを含む。例えば、かかる作動は変数の処理、外部

50

イベントによるオブジェクトの活性化、及び他のオブジェクトへの一つ以上のメッセージの伝達を含む。必ずしも必要なわけではないが、物理的オブジェクトは、物理的装置から観察されたデータを収集し、ソフトウェアシステムにその観察されたデータを転送できる相応するソフトウェアオブジェクトを有する。かかる観察されたデータは単に便利であるという点で物理的オブジェクト及び/またはソフトウェアオブジェクトからアクセスすることができる。従って、後述する説明で「実際のデータ」が使用される場合、かかる「実際のデータ」は計器自体からあっても良く、または相応するソフトウェアオブジェクト若しくはモジュールからあっても良い。

#### 【0027】

メッセージはプロセスを行うことができるある機能と知識を有するオブジェクトの間で転送及び受信される。メッセージはユーザーの命令に応じて発生するが、例えば、イベントを生成する「マウス」ポインターでアイコンを活性化させるユーザーによって発生する。また、メッセージはメッセージの受信に応じるオブジェクトによって発生し得る。オブジェクトのうちの一つのオブジェクトがメッセージを受信する際、そのオブジェクトは受信したメッセージに相応する作動（メッセージ手順）を行い、必要に応じて、その動作の結果を返す。それぞれのオブジェクトは、オブジェクト自体の内部状態（インスタンス変数）が保存され、他のオブジェクトのアクセスを許容しない領域を有する。オブジェクト指向システムの一つの特徴は、継承である。例えば、ディスプレイ上に「円」を描くためのオブジェクトは、ディスプレイ上に「外形」を描くための他のオブジェクトから機能と知識を継承することができる。

10

20

#### 【0028】

プログラマーは、個別のコードブロックを記録することにより、オブジェクト指向プログラミング言語で「プログラム化する」が、それぞれのコードブロックは、その方法を定義することでオブジェクトを生成する。メッセージにより相互通信するように適応されているこれらオブジェクトのコレクションは、オブジェクト指向プログラムを含む。オブジェクト指向コンピュータプログラミングは、対話型システムのモデリングを容易にするが、このモデリングでシステムのそれぞれのコンポーネントはオブジェクトにモデリングすることができ、それぞれのコンポーネントの行為は相応するオブジェクトの方法によってシミュレーションされ、コンポーネントの間の相互作用は、オブジェクトの間に転送されたメッセージによってシミュレーションされる。

30

#### 【0029】

操作員は、オブジェクトのうちの一つのオブジェクトにメッセージを転送することで、オブジェクト指向プログラムを含む相互関連したオブジェクトのコレクションを刺激することができる。メッセージを受信すると所定の機能を行うことにより、オブジェクトに反応させることができるが、所定の機能は一つ以上の別のオブジェクトに追加的なメッセージを転送することを含むことができる。その別のオブジェクトは順次に受信したメッセージに応じ、追加的な機能を行うことができるが、追加的な機能は更に多くのメッセージを転送することを含む。この方式において、順次的なメッセージと応答は、無限に続けられることができ、全てのメッセージが応答され、新しいメッセージが転送されなかったときに終了することができる。オブジェクト指向言語を活用するシステムをモデリングする際、プログラマーは、モデリングされたシステムのそれぞれのコンポーネントがどうして一つの刺激に反応するかだけについて考えればよく、一部の刺激に応じて行われる作動手順については考える必要がない。かかる作動手順は、本質的にその刺激に応答するオブジェクトの間における相互作用の結果から得られ、プログラマーによって予め定められる必要はない。

40

#### 【0030】

たとえオブジェクト指向プログラミングが、相互関連したコンポーネントシステムのシミュレーションを更に直観的になるようにすることはできるとしても、順次に構成されたプログラムの場合のように、通常、一つのオブジェクト指向プログラムによって行われる作動手順は、直ちに明確になるわけではないため、オブジェクト指向プログラムの作動は

50

時々理解し難い。また、その作動の非常に明確な発現の観測を通じて、オブジェクト指向プログラムがどのように動作するかを決めることも容易ではない。一般的に、プログラムで相対的に少数の段階のみが、観察できるコンピュータ出力を生成するため、プログラムに応じ、コンピュータによって行われる殆どの作動は観察者に見えない。

#### 【0031】

後述する説明において頻繁に用いられるいくつかの用語は、本明細書の段落で特別な意味を有する。用語「オブジェクト」はコンピュータ命令及び関連したデータセットに関するものであって、ユーザーにより、直接的に若しくは間接的に活性化することができる。用語「ウィンドウ環境」、「ウィンドウ実行」及び「オブジェクト指向運営体制」は、ラスタースキャンされた動画ディスプレイにおいて、有界領域 ( b o u n d e d r e g i o n ) 内でのように動画ディスプレイで情報が処理され、ディスプレイされるコンピュータユーザーインターフェースを示すために用いられる。用語「ネットワーク」「近距離通信網」、「LAN」、「広域通信網」、若しくは「WAN」はコンピュータの間でメッセージが転送できる方式で接続されている2台以上のコンピュータを意味する。かかるコンピュータネットワークにおいて、一般的にハードディスクドライブのような大きいストレージ装置とプリンター、若しくはモデムのような周辺装置を作動させることができる通信ハードウェアを備えたコンピュータである、1台以上のコンピュータは「サーバ」として作動する。「ワークステーション」という用語が用いられる他のコンピュータはユーザーにインターフェースを提供し、コンピュータネットワークのユーザーは共有データファイル、共通周辺装置及びワークステーションの相互間通信のようなネットワークリソースにアクセスすることができる。ユーザーはコンピュータプログラムまたはネットワークリソースを活性化し、「プロセス」を生成するが、そのプロセスは入力変数によって決定される特定の作動特性が備えられたコンピュータプログラムの一般的な作動とその環境を全て含む。プロセスに類似しているのがエージェントであるが(時々知能型エージェントと呼ばれる)、ユーザーの干渉なく、いくつかの周期的なスケジュールに従い、情報を収集する、若しくはいくつかの別のサービスを行うプロセスである。一般的にエージェントは、ユーザーによって通常提供されるパラメータを使用し、ネットワーク上のホストマシンまたは一部の別のポイントで位置を探索し、エージェントの目的に関する情報を収集し、その情報を周期的にユーザーに提示する。

#### 【0032】

用語「デスクトップ」はメニューを提示する、若しくはそのデスクトップに関連したユーザーのため、関連したセッティングを備えているオブジェクトをディスプレイする特定のユーザーインターフェースを意味する。デスクトップがネットワークリソースにアクセスする際、通常、遠隔サーバで実行できる応用プログラムが必要となるが、デスクトップは応用プログラムインターフェース、即ちAPIを呼び出して、ユーザーがネットワークリソースにコマンドを提供し、任意の出力を観測できるようにする。用語「ブラウザ」は、ユーザーに必ずしも明白ではないが、デスクトップとネットワークサーバの間にメッセージを転送し、ネットワークユーザーとのディスプレイ及び相互作用を担うプログラムのことを指す。ブラウザはコンピュータの汎世界的なネットワーク、即ち「ワールドワイドウェブ」、若しくは簡単に「ウェブ」でテキスト及びグラフィック情報を転送するための通信プロトコルを活用するよう、設計されている。本発明に常用できるブラウザの例は、マイクロソフト社で販売しているインターネットエクスプローラー(インターネットエクスプローラーは、マイクロソフト社の商標)、オペラソフトウェアASAで作ったオペラブラウザプログラム、またはモジラファウンデーションで配布しているファイアフォックスブラウザプログラム(ファイアフォックスは、モジラファウンデーションの登録商標)を含む。後述する説明はブラウザのグラフィックユーザーインターフェースという面でその作動を詳細に説明するが、本発明は、グラフィック基盤のブラウザの多い機能を有している、テキスト基盤のインターフェース、更には音声若しくは視覚的に活性化されたインターフェースにおいても実行することができる。

#### 【0033】

10

20

30

40

50

ブラウザディスプレイ情報は、全てスクリプティング言語である、標準汎用文書記述言語 ( S G M L ) 若しくはハイパーテキスト文書記述言語 ( H T M L ) でフォーマットされており、特定の A S C I I テキストコードを使用し、テキスト文書内に非視覚的コードを内蔵している。これらのフォーマットでのファイルは、インターネットのようなグローバル情報ネットワークを含む、コンピュータネットワークを渡り、容易に転送することができ、ブラウザがテキスト、映像をディスプレイできるようにし、音声及び映像の録音物を演奏できるようにする。ウェブは、これらのデータファイルフォーマットを活用し、通信プロトコルに協調してサーバとワークステーションの間でかかる情報を転送する。ブラウザはまた、拡張性文書記述言語 ( X M L ) のファイル内に提供されている情報をディスプレイできるよう、プログラム化できるが、X M L ファイルがあれば様々な文書型定義 ( D T D ) を使用することができるため、本質上、S G M L 若しくは H T M L より汎用的である。データ及びスタイルシートフォーマットが別に含まれているため ( フォーマットは情報をディスプレイする方法として考えられるので、X M L ファイルはデータに関連した方法を有する )、X M L ファイルはオブジェクトに類推することができる。

10

20

30

40

50

#### 【 0 0 3 4 】

前述で定義したように、用語「個人携帯情報端末」、または「 P D A 」は、コンピューティング、電話、ファクス、電子メール及びネットワーキングの特徴が結合されている任意の携帯用モバイル機器を意味する。用語「無線広域通信網」、または「 W W A N 」は、携帯用機器とコンピュータの間でデータ転送のための媒体として機能する無線ネットワークを意味する。用語「同期化」は、有線または無線のうち、一つを経由し、例えば携帯用機器の第 1 機器と、例えばデスクトップコンピュータの第 2 機器との間における情報交換を意味する。同期化は 2 つの機器におけるデータが同一 ( 少なくとも同期化時点で ) であることを保障する。

#### 【 0 0 3 5 】

無線広域通信網において、通信はアナログ、デジタルセルラー、または個人携帯通信サービス ( P C S ) ネットワーク上の無線信号の転送を介して主に行われる。信号は、極超短波及び別の電磁気波を介しても伝達することができる。現在、殆どの無線データ通信は、符号分割多重接続 ( C D M A )、時分割多重接続 ( T D M A )、世界移動通信システム ( G S M ) のような 2 世代技術、3 世代技術 ( ワイドバンド若しくは 3 G )、4 世代 ( ブロードバンド若しくは 4 G )、個人デジタルセルラー ( P D C ) を使用したり、または高度携帯電話システム ( A M P S ) で使用されているセルラーデジタルパケットデータ ( C D P D ) のようなアナログシステムにおけるパケットデータ技術を通じたセルラーシステムを通じたりして発生する。

#### 【 0 0 3 6 】

用語「無線応用プロトコル」または「 W A P 」は、小さいユーザーインターフェースが備えられた携帯用機器及びモバイル機器でウェブ基盤データの伝達及び提示を容易にする汎用仕様を意味する。「モバイルソフトウェア」は、応用プログラムが移動電話または P D A のようなモバイル機器で具現できるようにするソフトウェア運営体制を指す。モバイルソフトウェアの例は、J a v a 及び J a v a M E ( J a v a と J a v a M E はカリフォルニア州・サンタクララ所在のサンマイクロシステムズ社の商標 )、B R E W ( B R E W はカリフォルニア州・サンディエゴ所在のクアラコム社の登録商標 )、W i n d o w s M o b i l e ( W i n d o w s はワシントン州・レッドモンド所在のマイクロソフト社の登録商標 )、P a l m O S ( P a l m はカリフォルニア州・サニーベール所在のパーム社の登録商標 )、S y m b i a n O S ( S y m b i a n は英国・ロンドン所在のシンビアンソフトウェア社の登録商標 )、A N D R O I D O S ( A N D R O I D はカリフォルニア州・マウンテンビュー所在のグーグル社の登録商標 )、i P h o n e O S ( i P h o n e はカリフォルニア州・クパチーノ所在のアップル社の登録商標 )、及び W i n d o w s P h o n e 7 がある。「モバイルアプリ」は、モバイルソフトウェアを用いて実行するように記録されたソフトウェアプログラムを指す。

#### 【 0 0 3 7 】

用語「スキャン」、「基準レファレンス」、「基準位置」、「マーカー」、「トラッカー」及び「映像情報」は、本開示において特別な意味を有する。本開示の目的に関連し、「スキャン」またはその派生語は、Xレイ、磁気共鳴映像(MRI)、コンピュータ断層撮影(CT)、超音波検査、コーンビームコンピュータ断層撮影(CBCT)または患者の定量的な空間表現を生成する任意のシステムを指す。用語「基準レファレンス」または単純に「基準」は、認識可能な固定ポイントとしてユニークに識別できるスキャン映像におけるオブジェクトまたはレファレンスを指す。本明細書において、用語「基準位置」は、基準レファレンスが取り付けられる有用な位置を指す。「基準位置」は、普通、手術部位に近い。用語「マーカー」または「トラッキングマーカー」は、外科または歯の手術位置に隣接したセンサーにより認識できるオブジェクトまたはレファレンスを指すが、ここでセンサーは、光センサー、無線IDタグ(RFID)、音声感知センサー、紫外線若しくは赤外線センサーであっても良い。用語「トラッカー」は、マーカーの位置と、手術中、リアルタイムで連続的にマーカーの方向及び移動を決定できる機器、若しくは機器システムを指す。具現可能な例として、例えばマーカーが印刷されたターゲットで構成されていれば、トラッカーは立体カメラのペアを含むことができる。本明細書において用語「映像情報」は、光学、若しくは別の方法でトラッカーによって取得される情報を説明するために用いられ、マーカーの位置と、手術中、リアルタイムで連続的にマーカーの方向及び移動を決定するため、用いることができる。

10

**【0038】**

図1は、本発明に係るコンピューティング環境100の高水準のブロック図である。図1は、ネットワーク114により接続されているサーバ110と3つのクライアント112を例示している。説明を簡略、かつ、明確にできるよう、図1においては3つのクライアント112のみが示されている。コンピューティング環境100の実施様態は、例えばインターネットであるネットワーク114に接続されている数千、若しくは数万のクライアント112を有することができる。ユーザー(不図示)はクライアント112のうちの1つでソフトウェア116を作動させ、サーバ110及び関連した通信装置を経由し、ネットワーク114にメッセージとソフトウェア(不図示)を全て転送し、受信することができる。

20

**【0039】**

図2はサーバ110、若しくはクライアント112を具現するに適切なコンピュータシステム210のブロック図である。コンピュータシステム210はバス212を含むが、バス212は、中央プロセッサ214、システムメモリ217(普通、RAMであるが、ROM、フラッシュRAM、若しくはその他のメモリも含むことができる)、入力・出力コントローラ218、音声出力インターフェース222を経由するスピーカシステム220のような外部音声機器、ディスプレイアダプタ226を経由するディスプレイスクリーン224、シリアルポート228、230、(キーボードコントローラ233で接続される)キーボード232、ストレージインターフェース234、フロッピーディスク238を収容し、作動するディスクドライブ237、ファイバーチャネルネットワーク290に接続され、作動するホストバスアダプタインターフェースカード235A、SCSIバス239に接続され、作動するホストバスアダプタインターフェースカード235B、及び光ディスク242を収容し、作動する光ディスクドライブ240のような外部機器のコンピューティングシステム210の主要なサブシステムを互いに接続する。また、マウス246(他のポイント・クリック機器、シリアルポート228を経由してバス212に接続)、モデム247(シリアルポート230を経由してバス212に接続)、及びネットワークインターフェース248(バス212に直接接続)が含まれている。

30

40

**【0040】**

バス212は、中央プロセッサ214とシステムメモリ217との間でデータ通信を可能にさせるが、前述した通り、メモリはリードオンリーメモリ(ROM、不図示)若しくはフラッシュメモリ(不図示)、そしてランダムアクセスメモリ(RAM、不図示)を含むことができる。一般的にRAMは主メモリであって、運営体制及び応用プログラムがそ

50

の中にローディングされる。ROMとフラッシュメモリは、他のソフトウェアコードの中でも基本入力・出力システム（BIOS）を含むことができるが、BIOSは、周辺コンポーネントとの相互作用のような基本的なハードウェア作動を制御する。コンピュータシステム210に常駐する応用プログラムは、一般的にハードディスクドライブ（例えば、固定ディスク244）、光ディスク（例えば、光ドライブ240）、フロッピーディスクユニット237、若しくは他のストレージ媒体のようなコンピュータ可読媒体に保存され、その媒体を経由してアクセスされる。更に、ネットワークモデム247、若しくはネットワークインターフェース248、若しくは他の通信装備（不図示）を経由し、応用プログラムにアクセスする際、応用プログラムは、応用及びデータ通信技術によって変調された電子信号の形であっても良い。

10

**【0041】**

コンピュータシステム210の他のストレージインターフェースと同様に、ストレージインターフェース234は情報の保存及び/または検索のため、固定ディスクドライブ244のような標準コンピュータ可読媒体に接続することができる。固定ディスクドライブ244は、コンピュータシステム210の一部であっても良く、または別個に分離され、他のインターフェースシステムを介してアクセスすることができる。モデム247は、電話接続、またはインターネットサービス提供者（ISP、不図示）を経由するインターネットを介し、遠隔サーバへの直接接続を提供することができる。ネットワークインターフェース248はPOP（相互接続位置）を経由し、インターネットへの直接ネットワークリンクを介して遠隔サーバへの直接接続を提供することができる。ネットワークインターフェース248は無線技術を使用し、かかる接続を提供することができるが、無線技術はデジタルセルラー電話接続、セルラーデジタルパケットデータ（CDPD）接続、デジタル衛星データ接続、若しくは他の接続を含む。

20

**【0042】**

図3A～Iのハードウェアコンポーネントを含む、他の多くの機器、若しくはサブシステム（不図示）を類似の方式で接続することができるが（例えば、文書スキャナ、デジタルカメラなど）、これらはその代替として近距離通信網、広域通信網、無線通信網、若しくは通信システムを介して関連したコンピュータリソースと通信することができる。従って、一般的に本開示においてはハードウェアコンポーネントがコンピューティングリソースに直接接続されている実施形態を議論することができるが、本技術分野の通常の技術者は、かかるハードウェアはコンピューティングリソースと遠隔で接続できることが分かる。逆に、本開示を実行するため、図2に示す全ての機器が存在する必要はない。機器及びサブシステムは、図2に示したのとは異なる方法で相互接続することができる。図2に示したようなコンピュータシステムの作動は、当業界によく知られているので、本出願では詳細に説明しない。本開示を具現できるソフトウェアのソースコード及び/またはオブジェクトコードは、1つ以上のシステムメモリ217、固定ディスク244、光ディスク242、若しくはフロッピーディスク238のようなコンピュータ可読記憶媒体に保存することができる。コンピュータシステム210に提供される運営体制は多様である、または別バージョンのMS-DOS（MS-DOSはワシントン州・レッドモンド所在のマイクロソフト社の登録商標）、WINDOWS（WINDOWSはワシントン州・レッドモンド所在のマイクロソフト社の登録商標）、OS/2（OS/2はニューヨーク州・アーモンク所在のIBM社の登録商標）、UNIX（UNIXはイギリス・レディング所在のエックスオープン社の登録商業）、Linux（Linuxはオレゴン州・ポートランド所在のリーナストーバルズの登録商標）、若しくは他の公知されたり開発されたりした運営体制のうち、1つであり得る。

30

40

**【0043】**

更に、本明細書で説明する信号に関し、通常の技術者であれば、信号が第1ブロックから第2ブロックに直接転送、または信号がそれらブロックの間で変調（例えば、増幅、減衰、遅延、ラッチ、バッファリング、反転、フィルターリング、若しくは他の変更）できることが分かる。前述した実施形態の信号は1つのブロックから次のブロックに転送され

50

ることが特徴とされているが、信号の情報及び/または機能の面がブロックの間で転送される限り、本開示の他の実施様態は、そのような直接転送された信号に代わって変調された信号を含むことができる。ある程度、関連した信号の物理的限界（例えば、一部の減衰及び遅延が必然的にあるはず）により、第2ブロックにおける信号入力は、第1ブロックからの第1信号出力に由来する第2信号として概念化することができる。従って、本明細書において、第1信号に由来する第2信号は、第1信号、または回路制限若しくは第1信号の情報及び/または機能の面を変えない他の回路素子の通過による、第1信号に対する任意の変調を含む。

#### 【0044】

本発明は、手術ハードウェア及びソフトウェアモニタリングシステム及び方法に関するものであって、例えば、患者が手術を準備する間、このシステムが手術部位をモデル化できるよう手術計画を可能にする。このシステムは、図3Aにおいて基準キー10と表示されている、特別に構成されるハードウェアピースを使用し、手術の重要領域(critical area)に対してモニタリングシステムのトラッキングマーカー12を一定方向に向かせる。基準キー10は意図された手術領域に隣接した位置に取り付けられるが、図3Aの歯の手術領域の例示的な実施形態において、基準キー10は歯の副木14に取り付けられている。トラッキングマーカー12はトラッキングポール11により、基準キー10に接続することができる。手術部位に関する映像情報を捕捉する適切なトラッカーに基準レファレンスが直接見える実施形態において(例えば、図5及び図6を参照)、トラッキングマーカーは基準レファレンスに直接取り付けることができる。例えば、歯の手術で、手術領域の近くに基準キー10を確実に位置付けすることができるよう、歯のトラッキングマーカー12を使用することができる。トラッカーによってトラッキングマーカー12から捕捉されたデータの持続的な映像処理のため、その基準キー10はレファレンスポイント、即ち、基点として使用することができる。

#### 【0045】

他の実施形態において、追加のトラッキングマーカー12は基準キー10及びその基準キーに関連した任意のトラッキングポール11、またはトラッキングマーカー12とは無関係のアイテムに取り付けることができる。

#### 【0046】

更に他の実施形態において、手術部位に隣接したアイテム、若しくは道具のうち、少なくとも1つは本発明のモニタリングシステムのためのトラッカーとして機能するよう取り付けられたトラッカーを有しており、トラッキングマーカー12及び手術領域のスキャンデータに対し、任意の追加のトラッキングマーカーの方向及び位置を感知する。一例として、道具に取り付けられているトラッカーは小型デジタルカメラであっても良い。例えば、歯医者用ドリルに取り付けられても良い。そのアイテム、若しくは道具に取り付けられたトラッカーによって追跡される任意の他のマーカーは、そのトラッカーの視界の中になければならない。

#### 【0047】

歯の手術の例を使用すると、手術部位の初期スキャンを得るため、患者はスキャンされる。基準キー10の特定の形により、例えば、図2のコンピュータ210のプロセッサ214及びメモリ217、メモリ内に保存され、適切なコントローラで実行されるコンピュータソフトウェアは、スキャンデータから手術部位内でその相対的な位置を認識することができるので、基準キー10の位置及び方向を参照し、更なる観察を行うことができる。一部の実施形態において、基準レファレンスはスキャンされた際、認識可能な識別象徴として明確なマーキングを含む。他の実施形態において、基準レファレンスは、スキャンで見える身体はスキャンの分析から明確に決定できる前面、後面、上面、下面及び左/右が定義されている特徴を示し、それによって基準レファレンスの位置はもちろん、その方向までも決定できるようにする非対称的な形を有しているという点で、区別される形状を含んでいる。

#### 【0048】

10

20

30

40

50

更に、コンピュータソフトウェアは、歯、顎骨、皮膚及び歯茎組織、他の手術道具などのようにスキャンにおけるオブジェクトを構成するための座標系を生成することができる。その座標系はスキャンの映像を基点周辺の空間に関連付けし、方向と位置、両方共によってマーカーが付けられた道具を位置付けする。モニタリングシステムにより生成されたこのモデルは、境界条件を点検するために使用することができ、トラッカーと協同してリアルタイムでその配置を適切なディスプレイ、例えば、図2のディスプレイ224上に表示する。

#### 【0049】

一つの実施形態において、コンピュータシステムは基準キー10の物理的な構成に関する所定の知識を有しており、基準キー10を位置付けするため、スキャンのスライス/セクションを点検する。基準キー10の位置付け作業は、その独特な形状に基づく、または基準キー上、若しくはトラッキングマーカー12のような基準キー10への取付物上ではっきりと識別され、かつ、方向性を有するマーキングに基づくことができる。基準キー10の構成において、放射線不透過性素材、若しくは高密度素材を採択した高い映像処理コントラストを通じ、基準キー10がスキャンではっきりと見えるようにすることができる。他の実施形態において、適切な高密度、若しくは放射線不透過性インク、若しくは素材を使用して、はっきりと識別され、方向性を有するマーキング素材を生成することができる。

10

#### 【0050】

基準キー10が識別されると、分割スキャンから基準キー10の位置及び方向が決定され、基準キー10内の1地点が座標系の中央に割り当てられる。そのように選択された地点は任意に選択することができ、またはその選択は数々の有用な基準に基づくことができる。モデルは続いて変形マトリクスの形に誘導され、基準システムに関連付けされるが、1つの特定実施形態において、基準キー10が手術部位の座標系に関連付けされる。その結果で生成される仮想の構造体は、意図されている手術の仮想モデリングのための手術手順計画ソフトウェアにより、使用することができ、手術ソフトウェアのための映像支援を提供し/提供したり手術手順を行うための経路をグラフに表したりするための、目的の道具を構成するための具現ソフトウェアにより、代替手段として使用することができる。

20

#### 【0051】

一部の実施形態において、モニタリングハードウェアは基準レファレンスへのトラッキング取付物を含む。歯の手術に関連する実施形態において、基準キー10へのトラッキング取付物はトラッキングマーカー12であるが、このトラッキングマーカー12はトラッキングポール11を介し、基準キー10に取り付けられている。トラッキングマーカー12は、特別な識別パターンを有することができる。例えば、トラッキングマーカー12のような追跡可能な取付物と、更に関連しているトラッキングポール11は、公知の構成を有しており、トラッキングポール11及び/またはトラッキングマーカー12から転送された観察データを座標系に正確に図解することができ、それにより、手術手順の進行をモニタリングして、記録することができる。例えば、特に図3Jに示すように、基準キー10は、トラッキングポール11のインサート17に締結されるよう特別に調整されている所定の位置にホール15を有することができる。例えば、かかる配置において、トラッキングポール11は小さい力で基準キー10のホール15内部に取り付けることができ、それにより、かかる取り付けが成功的に完了すると聴覚的な通知を与えることができる。

30

40

#### 【0052】

手術手順において、トラッキングポールの方向を転換することも可能である。例えば、歯の手術が口腔内の反対側の歯を扱う場合、外科医が手を取り替える場合及び/または2番目の外科医が手術の一部を行う場合、手術位置を変更するため、そのような方向転換があり得る。例えば、トラッキングポールの移動は、座標系に対するそのトラッキングポールの再登録のきっかけとなり得るため、その位置をそれに応じて調節することができる。例えば、歯の手術の実施形態の場合、取り付けられたトラッキングマーカー12を備えたトラッキングポール11が基準キー10のホール15から分離され、関連したトラッキン

50

グボールを備えた別のトラッキングマーカが基準キー10の代替ホールに接続されるとき、かかる再登録が自動的に開始される。更に、ソフトウェアで境界条件が具現され、観察データがその境界領域にアクセスし、ノアクセスしたり入ったりする際、ユーザーに通知することができる。

【0053】

本発明を活用するシステムの更に他の実施形態において、本明細書で「ハンドピース」（図5及び図6）と命名される手術器具、若しくは手術道具は、座標系内に位置付けし、追跡できる独特な構成を有することができる。本明細書で説明するような適切なトラッキングマーカを有することができる。仮想の素材との潜在的な衝突を示すための境界条件を設定することができる。ハンドピースが境界条件にアクセスすると感知された際、スクリーン上に表示が見える、或いはアラームサウンドが鳴り得る。それだけでなく、希望する手術領域を示せるよう、ターゲットの境界条件を設定することができるため、ハンドピースの経路がターゲット領域を離れる傾向にあるとき、そのハンドピースが希望経路を外れていることを示す表示が、スクリーン上に見える、或いはアラームサウンドが鳴り得る。

10

【0054】

いくつかのハードウェアコンポーネントの代替的な実施形態が図3G~Iに示されている。基準キー10'は適切な接続部を備えた接続要素を有しており、トラッキングボール11'が手術部位に対しトラッキングマーカ12'を位置付けするようにする。独特な形状を有しているが、概念的に基準キー10'は、前述の実施形態と非常に同一の方式でボール11'及びトラッキングマーカ12'に対するアンカーとして機能する。モニタリングシステムのソフトウェアは、それぞれ特別に識別される基準キー、トラッキングボール、トラッキングマーカの構成を有するよう予めプログラムされており、その位置計算は変更された構成パラメータによって変更されるだけである。

20

【0055】

規制要件及び実質的な考慮事項により、ハードウェアコンポーネントの素材は異なっても良い。一般的にキー、若しくは基準コンポーネントは、通常、放射線不透過性素材で製造されるため、スキャンのノイズを発生しないが、スキャンされた映像上に認識できるコントラストを生成するため、それに関連した任意の識別パターンを認識することができる。更に、一般的に患者に配置されているため、その素材は軽量であって、患者に置かれた装置への接続に適合しなければならない。例えば、歯の手術の場合、基準キーの素材はプラスチック副木への接続に適合すべきであり、トラッキングボールへの接続に適合すべきである。手術の場合、基準キーの素材は皮膚、若しくは患者の他の特定組織への取り付けに適していなければならない。

30

【0056】

それに限定されるものではないが、例えば、高コントラストのパターン彫刻を採択することで、トラッキングマーカは鮮明に識別される。トラッキングマーカの素材としては、オートクレーブ工程における損傷に耐性があり、コネク構造への堅固で繰り返し可能、かつ迅速な接続に適合性のある素材が選択される。トラッキングマーカ及びそれに接続されたトラッキングボールは、異なる手術位置のための異なる位置に収容され得る性能を有しており、基準キーと同様、それらは患者の上部、若しくは患者に対し安定して配置されるため、相対的に軽量でなければならない。トラッキングボールも同様に、オートクレーブ工程に適合性がなければならず、トラッキングボールの中で共有された形のコネクタを有しなければならない。

40

【0057】

基準キー、トラッキングボール及びトラッキングマーカを追跡する際に使用されるトラッカーは、1.5m<sup>2</sup>サイズのオブジェクトを非常に正確に追跡できなければならない。限定されるものではないが、一例として、トラッカーはステレオカメラ、若しくはステレオカメラペアである。知覚的な入力を読み取りできるよう、一般的にトラッカーはワイヤによってコンピューティング装置に接続されるが、その知覚的なデータをコンピューティング装置に転送するため、選択的に無線接続を有することができる。

50

## 【 0 0 5 8 】

ハンドピースのように追跡可能な道具のピースを追加に採択する実施形態において、その追跡可能な道具のピースに取り付けられるトラッキングマーカ-はまた軽量でなければならない。90°の間隔を持つ3つのオブジェクトレイ内で作動できなければならない。また、高コントラストのパターン彫刻と、標準ハンドピースに対し堅固で迅速な装着メカニズムを選択的に有しなければならない。

## 【 0 0 5 9 】

本発明の他の側面において、図4A~Cに例示したよう、手術活動を追跡するための自動登録方法が提示されている。限定されるものではないが、図4A及び図4Bは、スキャンデータから基準レファレンスの3次元位置及び方向を決定するための1つの方法のフローチャートである。図4Cは、トラッカーにより獲得された映像情報から適切なトラッキングマーカ-の存在を確認し、その映像情報に基づいて基準レファレンスの3次元位置及び方向を決定するための方法を示すフローチャートである。

## 【 0 0 6 0 】

図4A及び図4Bに示すよう、過程が始まると(402)、システムは、例えばCTスキャンからスキャンデータセットを獲得し(404)、基点及び特別なスキャナモデルの知識に基づいてスキャンと共に提供される、或いは提供されない、基点に関するCTスキャンのデフォルトハンスフィールドユニット(HU)値をチェックし(406)、もしかか-る閾値が存在しなければ一般化された所定のデフォルト値が採択される(408)。続いて、基準キー値に関連している予測値の範囲外のハンスフィールドデータ値で分割スキャンを除去することで、そのデータが処理され(410)、残っているポイントの収集が続く(412)。もしデータが空いていれば(414)CT閾値が調節され(416)、元の値が復元され(418)、分割スキャンの分割処理が続く(410)。データが空いていなければ、現存するデータを用いてマスの中央が計算され(420)、X・Y・Z軸の計算が行われる(422)。もしマスの中央がX・Y・Z軸の交差点になれば(424)ユーザーに通知され(426)、過程が終了する(428)。もしマスの中央がX・Y・Z軸の交差点にあれば(424)そのデータ地点は設計された基準データと比較される(430)。もし累積誤差が、許容される最大誤差より大きければ(432)ユーザーに通知され(434)、この過程は終了する(436)。累積誤差が、許容される最大誤差より大きくなければ、X・Y・Z軸の交差点で座標系が定義され(438)、スキャンプロファイルはHUユニットのためにアップデートされる(440)。

## 【 0 0 6 1 】

図4Cを参照すると、適切なカメラ若しくは別のセンサーであるトラッカーから映像が獲得される(442)。トラッキングマーカ-が映像情報内に存在するかを決定するため、映像情報が分析される(444)。もし存在しなければ、この手順を続けるべきかがユーザーに問われる(446)。続けない場合、この過程は終了する(448)。この過程が続く場合は、映像情報内でトラッキングマーカ-が発見されなかったことがユーザーに通知され(450)、過程は映像情報を獲得する段階に戻る(442)。もし映像情報に基づきトラッキングマーカ-が発見されたり、若しくは前述した通知により、ユーザーによってトラッキングマーカ-が取り付けられたりしたら(450)、適切なデータベースから基準レファレンスに対するトラッキングマーカ-のオフセット及び相対的な方向が獲得される(452)。用語「データベース」は、本明細書において形式的な多重要素、若しくは多次元データベースで構成されたか否かにかかわらず、かかる情報の任意のソース、量及び配置を説明するために用いられる。本発明のこの実施形態の簡単な具現において、オフセット値と相対的な方向を含む単一データセットが十分であり、その単一データセットは、例えばユーザーによって提供される、またはコントローラのメモリユニット内にある、若しくは分離されたデータベース、若しくはメモリ内にあり得る。

## 【 0 0 6 2 】

基準レファレンスで座標系の原点を定義し、映像情報に基づいた基準データの3次元方向を決定するため、トラッキングマーカ-のオフセット及び相対的な方向が使用され(45

10

20

30

40

50

4)、登録過程が終了する(458)。基準レファレンスの位置と方向をリアルタイムでモニタリングできるよう、この過程は454の段階から繰り返され、カメラから新しい映像情報を獲得することができる(442)。ユーザーがこの過程を終了できるよう、適切なクエリが含まれても良い。映像データから所定の形状を有したり表示されたりしたトラッキングマーカの方向及び位置を決定するための詳細な方法は、本技術分野の技術者に知られているので、ここでは説明しない。手術部位に隣接した、トラッキングマーカが付けられた任意のアイテムの動きを追跡できるよう、このように誘導された座標系が使用される。他の登録システムも考えられるが、例えば所定のオフセットではなく、現在の他の知覚的なデータを使用する、若しくは基点が転送容量を持つようにすることである。

【0063】

本発明の実施形態の一例が図5に示されている。所定の歯に堅固に取り付けられたトラッキングマーカ504を有する基準キー502の他にも、例えば歯用ドリルであるハンドピースの追加器具、若しくは道具506をモニタリングシステムのトラッカーとして機能するカメラ508により、観察することができる。

【0064】

本発明の実施形態の他の例が図6に示されている。例えば、人間の腹や胸であり得る手術部位600は、トラッキングマーカ604を支持できるよう、所定の位置に固定されている基準キー602を有することができる。内視鏡606は別のトラッキングマーカを有することができ、生検針608は手術部位においてトラッキングマーカが付けられるよう、存在することができる。センサー610は、例えばカメラ、赤外線感知器、若しくはレーダーである。

【0065】

図7Aに概略的に示す本発明の手術モニタリングシステムの更に他の実施形態において、基準キーは多重要素基準パターンを含むことができる。一つの実施形態において、この多重要素基準パターン710は、分離性パターンであっても良い。用語「分離性パターン」は、本明細書で位相的に相互組み合わせられ、連続的な完全なパターンを形成し、全体若しくは部分的に相互の間で一時的に分離できる複数の分割パターンを含むパターンを説明するために用いられる。用語「破綻性パターン」は、かかる分離性パターンを説明するための代替用語として用いられる。本発明の他の具現例において、多重要素基準パターン710の分割は連続的なパターンを形成しないが、その代わりに多重要素基準パターン710が手術部位の重要領域に隣接した患者の身体に適用されたとき、分割の互いに対し、その位置及び方向が知られる。多重要素基準パターン710が取り付けられる手術部位のスキャンデータに基づき、それぞれの分割パターン720は個別に位置することができる。

【0066】

1つ以上の様々な方式で互いに区分される適切なトラッカー730のみにより、分割パターン720がユニークに識別できる。分割パターン720は、相互の間で区分できる形状を有しているため、これらの方向も識別させることができる。分割パターン720は1つ以上の様々な方式でユニークに表示することができる。この方式はバーコーディング、若しくは方向定義シンボルを含むが、それに限定されるものではない。マーキングは分割パターン720上にあっても良く、分割パターン720に取り付けられたトラッキングマーカ740上にあっても良い。マーキングは様々な方法により行うことができるが、彫刻若しくは印刷を含む。しかし、それに限定されるものではない。図7A及び図7Bに示す実施形態において、非限定的な例としてF、G、J、L、P、Q及びRの文字が用いられた。

【0067】

多重要素基準パターン710及び分割パターン720、そしてそれらに取り付けられる任意のトラッキングマーカ740の素材は、規制要件と実際の考慮事項により様々であり得る。一般的に、キー、若しくは基準コンポーネントは、通常、放射線不透過性素材で製造され、スキャンのノイズを発生しないが、スキャンされた映像上に認識可能なコントラストを生成するため、その素材に関連したいずれの識別パターンも認識することがで

10

20

30

40

50

きる。トラッカー 730 によって更に明確に区分できるよう、多重要素基準パターン 710 と分割パターン 720 は、人間の皮膚と区分される着色差を有することができる。更に、その素材は一般的に患者に配置されているので、軽量でなければならない。また、その素材はオートクレーブ工程における損傷に耐性を持たなければならない。

#### 【0068】

手術部位の内部に多重要素基準パターン 710 を位置付けし、映像化するため、前述した任意の形を有する適切なトラッカーが使用される。多重要素基準パターン 710 の構築において、放射線不透過性素材や高密度素材の採択による高い映像コントラストを通じ、手術部位のスキャンで多重要素基準パターンがはっきりと見えるようにすることができる。他の実施形態において、適切な高密度素材、若しくは放射線不透過性インクを使用し、分割パターン 720、若しくはトラッキングマーカー 740 上にはっきりと識別され、かつ、方向性を有するマーキングを生成することができる。それにより、分割パターン 720 の方向がスキャンデータに基づいて決定できるようにする。

10

#### 【0069】

手術過程で手術領域は位置及び方向における変化を受けることがある。例えば、かかる変化は患者の呼吸や動きの結果で起き得る。図 7B に示すよう、この過程で多重要素基準パターン 710 の分割パターン 720 は、その相対的な位置を変え、また、一般的にその相対的な方向を変える。分割パターン 720 の変更された位置及び方向を、手術前に行われたスキャンにおける位置及び方向に関連付けすることで、一般的に手術部位に隣接した患者身体の下部の動きに関する情報を獲得するため、それらの変化に関する情報を使用することができる。

20

#### 【0070】

例として腹部手術を使用し、患者は、例えば X 線、磁気共鳴映像 (MRI)、コンピュータ断層撮影 (CT)、若しくはコーンビームコンピュータ断層撮影 (CBCT) によってスキャンされ、手術部位の初期映像を獲得する。多重要素基準パターン 710 の独特な構造により、コンピュータソフトウェアは手術部位内でその相対的な位置を認識することができるため、多重要素基準パターン 710 の位置及び方向を全て参照し、その先の観察を行うことができる。実際にコンピュータソフトウェアは、皮膚、器官、骨及び他の組織のようなスキャン内のオブジェクトを構成するための座標系、適切なトラッキングマーカーが付けられた他の手術道具及び多重要素基準パターン 710 の分割 720 などを生成することができる。

30

#### 【0071】

一つの実施形態において、コンピュータシステムは多重要素基準パターン 710 の構成に関する所定の知識を有しており、分割パターン 720 の素材の放射線不透過密度、それらの形状及び独特なトラッキングマーカー 740 のうち、1 つ以上に基いて多重要素基準パターン 710 の分割パターン 720 を位置付けするため、手術部位のスキャンのスライスを検査する。分割パターン 720 の位置及び方向が決定されると、多重要素基準パターン 710 の内部、若しくは隣接した地点が座標系の中央に割り当てられる。このように選択された地点は任意に選択することができ、若しくはその選択は数々の有用な基準に基づくことができる。多重要素基準パターン 710 を手術部位の座標系に関連付けするため、変形マトリクスが誘導される。その結果で生成される仮想の構造体は、意図されている手術の仮想モデリングのための手術手順計画ソフトウェアによって使用することができ、手術ソフトウェアのための映像支援を提供し / 提供したり手術手順を行うための経路をグラフに表したりするための目的の道具を構成するための具現ソフトウェアにより、代替手段として使用することができる。

40

#### 【0072】

手術過程において、身体が動くに従い、多重要素基準パターン 710 はその形状を変える。その過程で分割パターン 720 の相対的な位置と相対的な方向が変わる (図 7A 及び図 7B を参照)。また、その過程で別個の分割パターン 720 の健全性 (integrity) が維持され、分割パターンはトラッカー 730 によって追跡され得る。そのトラッカ

50

ーはステレオビデオカメラを含むが、それに限定されない。変形マトリクスを生成するため、変化した多重要素基準パターン710'を、初期の多重要素基準パターン710と比較することができる。従って、分割パターン720の再位置及び再方向設定は、手術部位の座標系内で連続的な基準に基づいて図解できる。図7A及び図7Bに全7つの分割パターン720が示されている。他の実施形態において、多重要素基準パターン710は、それより多い、若しくは少ない数の分割パターン720を含むことができる。本発明の本実施形態の手術モニタリングシステムが作動する間、分割パターン720の選択が採択され得る。多重要素基準パターン710の全ての分割パターン720が採択されるべきという制限はない。一例で、どれだけ多くの分割パターン720が採択されるべきかに対する決定は、行われる手術で要求される解像度、若しくは、例えば図2のコンピュータ210であり得るコントローラの処理速度に基づくことができる。

10

#### 【0073】

明確性を期するため、図7Aは分離性多重要素基準パターンを採択する。他の実施形態において、この多重要素基準パターンはデフォルトであって、図7Bのものと同一分離性基準パターンを有することができる。手術過程で、患者の身体が手術部位の近くで形状を変えることにより、別個の分割パターン720は位置を変える。また、他の実施形態において、トラッキングマーカ740は存在しなくても良い。このトラッキングシステムは、分割パターンの固有形状に完全に基づいた分割パターン720の追跡に依存することができるが、対称中心の欠如のため、方向を決定することをそれ自体に付与することになる。既に指摘したように、他の実施形態において、一般的に分割パターン720はその周辺で位相的に結合し、連続的な表面を形成することに制限されない。多重要素基準パターンの一般的な形状についても特に制限はない。

20

#### 【0074】

本発明の更に他の側面で、図8A、図8B、及び図8Cのフローチャートに示すように、多重要素基準パターン710を利用し、手術活動を追跡するための自動登録方法が提示されている。特に限定されるものではないが、図8Aと図8Bのように、スキャンデータから多重要素基準パターン710のうち、1つの分割の3次元位置及び方向を決定するための1つの方法がフローチャートである。図8Cは、多重要素基準パターン710の分割パターン720の変更された方向と位置に基づいて手術部位の空間的な歪みを決定するための方法のフローチャートを提示するが、手術部位の空間的な歪みを決定するにおいて採択されるべき全ての分割パターン720に、図8A及び図8Bに示す方法を適用した結果を利用している。原則的に、全ての分割パターン720を採択する必要はない。

30

#### 【0075】

図8A及び図8Bに示すように、過程が始まると(802)、システムは、例えばCTスキャナからスキャンデータセットを獲得し(804)、基点及び特別なスキャナモデルの知識に基づいてスキャンと共に提供される、或いは提供されない、基点に関するCTスキャンのデフォルトハンスフィールドユニット(HU)値をチェックする(806)。もしかかるデフォルト値が存在しなければ、一般化された所定のシステムデフォルト値が採択される(808)。続いて、基準キー値に関連している予測値の範囲外のハンスフィールドデータ値でスキャンのスライス、若しくは分割スキャンを除去することで、そのデータが処理され(810)、残っているポイントの収集が続く(812)。もしデータが空いていれば(814)CT閾値が調節され(816)、元のデータが復元され(818)、スキャンスライスの処理が続く(810)。データが空いていなければ、現存するデータを用いてマスの中央が計算され(820)、X・Y・Z軸の計算が行われる(822)。もしマスの中央がX・Y・Z軸の交差点になれば(824)ユーザーに通知され(826)、過程が終了する(828)。もしマスの中央がX・Y・Z軸の交差点にあれば(824)基点のパターンはデータと比較される(836)。もし累積誤差が、許容される最大誤差より大きければ(838)ユーザーに通知され(840)、この過程は終了する(842)。もし累積誤差が、許容される最大誤差より大きくなければ(838)X・Y・Z軸の交差点で座標系が定義され(844)、CTプロファイルはHUユニットのために

40

50

アップデートされる(846)。手術部位の空間的な歪みを決定する際、採択されるべき全ての分割パターン720に対し、図8A及び図8Bの過程が繰り返し替えされる。続いて、全ての分割パターン720の位置及び方向に関する情報が、図8Cの作業に記述された方法への入力に使用される。

【0076】

図8Cを参照すると、カメラから映像情報が獲得され(848)、患者の身体における多重要素基準パターン710のうち、任意の特定分割720がその映像情報に存在するかどうか決定される(850)。映像情報に特定分割720が存在しなければ、この過程を続けるべきかどうかユーザーに問われる(852)。続けない場合、この過程は終了する(854)。この過程が続く場合は、映像情報内から特定分割720が発見されなかったとユーザーに通知され(856)、過程はカメラから映像情報を獲得する段階に戻る(848)。段階850で、映像情報内に特定分割のうち、1つが存在すれば、採択された全ての異なる分割パターン720が識別され、採択された全ての分割720の3次元位置及び方向は、映像情報に基づいて決定される(858)。映像情報に基づいて採択された全ての分割パターンに関する3次元位置及び情報は、スキャンデータに基づいた同一の分割パターンに関する3次元位置及び方向と比較される(860)。かかる比較に基づき、手術部位の空間的な歪みが決定される(862)。かかる歪みをリアルタイムでモニタリングできるよう、この過程はカメラから映像情報を獲得する段階(848)に復帰する。ユーザーがこの過程を終了できるよう、適切なクエリが含まれても良い(866)。映像データから所定の形状、若しくは表示を有するトラッキングマーカの方向及び位置を決定するための詳細な方法は、本技術分野の技術者に知られているので、ここでは説明しない。

10

20

【0077】

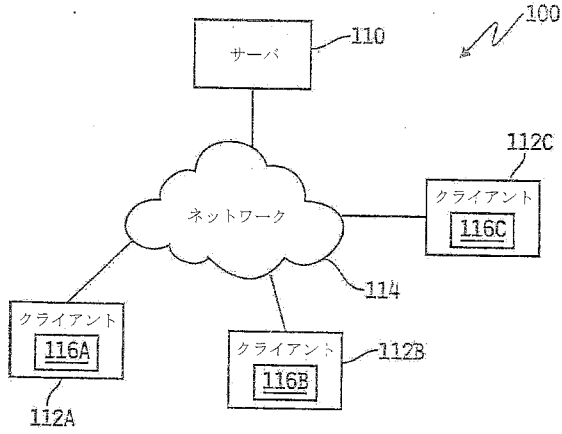
前述の方法によって、例えば、図2のコンピュータ210であるコントローラのソフトウェアは、多重要素基準パターン710を認識することができ、多重要素基準パターン710の識別と、多重要素基準パターン710から受信した観察データに基づいた多重要素基準パターンの形状変化に基づいて手術部位のモデルを計算することができる。それにより、多重要素基準パターン710に隣接した解剖学的な特徴の位置及び方向をリアルタイムで計算することができる。

【0078】

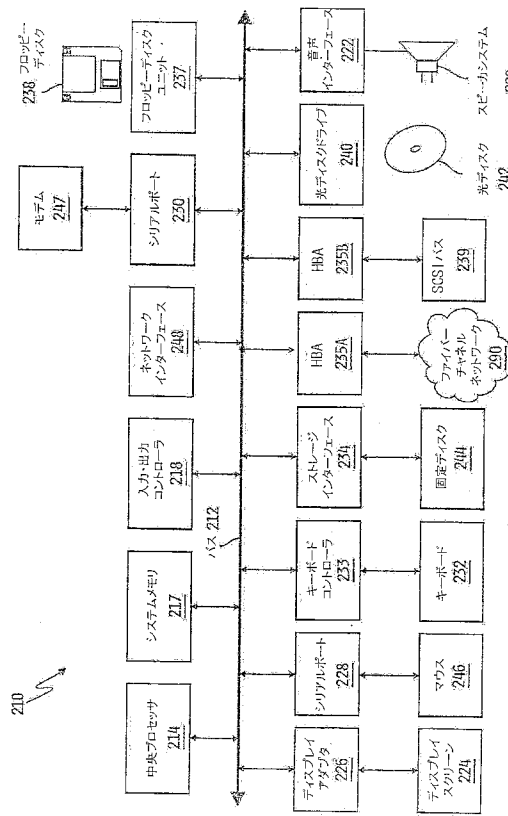
本発明は例示的な設計を有するものとして説明したが、本発明は本開示の精神及び範囲内で更に変形することができる。従って、かかる応用は、その一般的な原則を用いて本発明の任意の変形、用途及び改造を含むことが意図される。更に、かかる応用は、本発明が属する技術分野における公知、または慣行の範囲であって、本開示からのかかる逸脱を含むことが意図される。

30

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 A 】

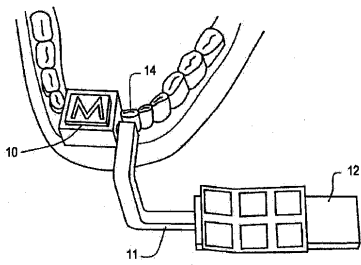


Fig. 3A

【 図 3 B 】

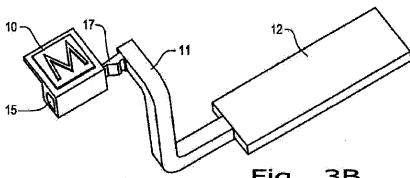


Fig. 3B

【 図 3 C 】

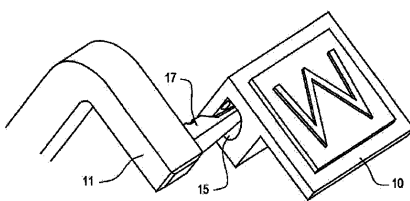


Fig. 3C

【 図 3 D 】

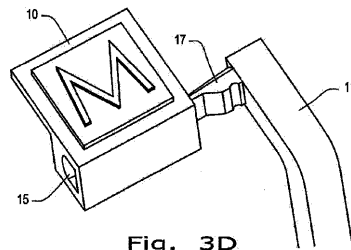


Fig. 3D

【 図 3 E 】

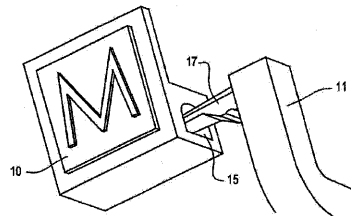


Fig. 3E

【 図 3 F 】

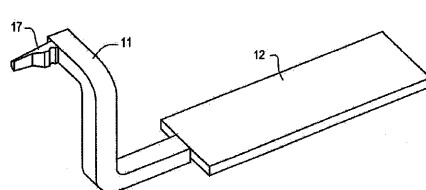


Fig. 3F

【図 3 G】

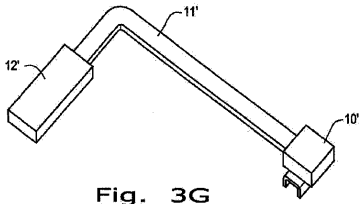


Fig. 3G

【図 3 H】

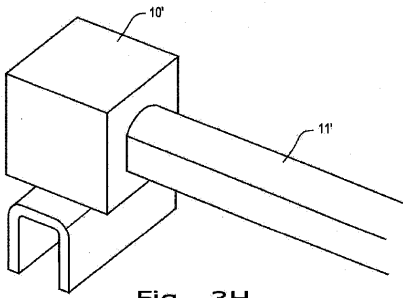


Fig. 3H

【図 3 I】

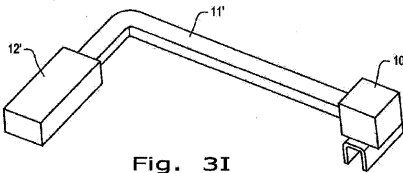


Fig. 3I

【図 3 J】

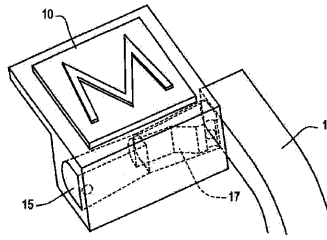
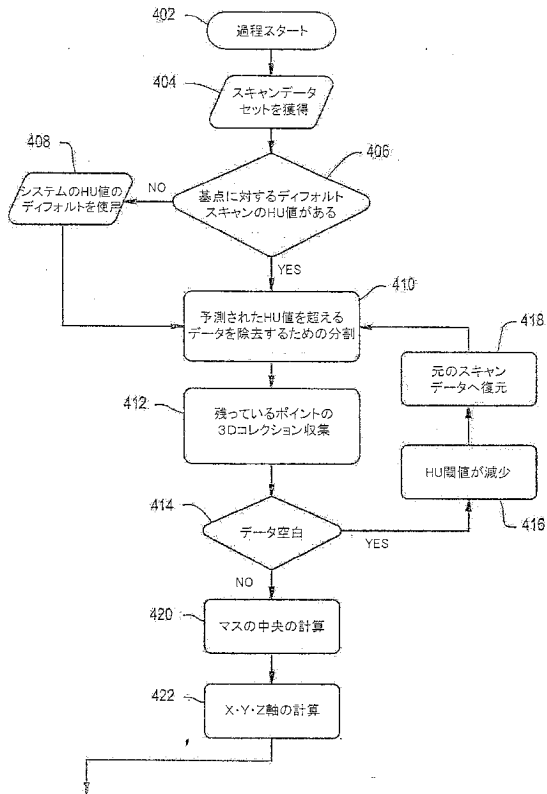
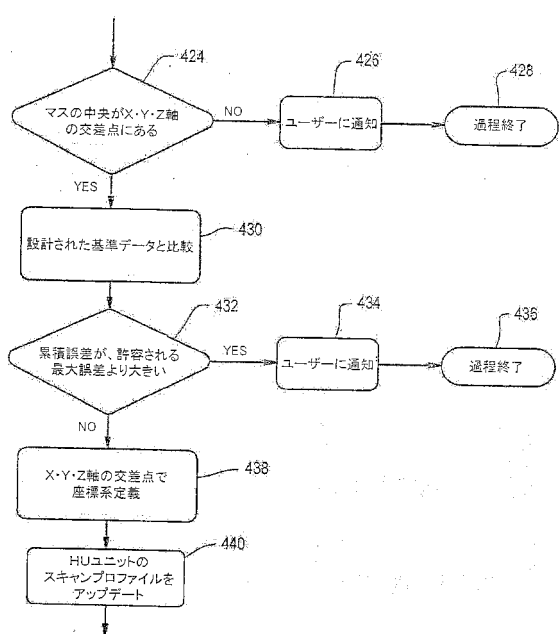


Fig. 3J

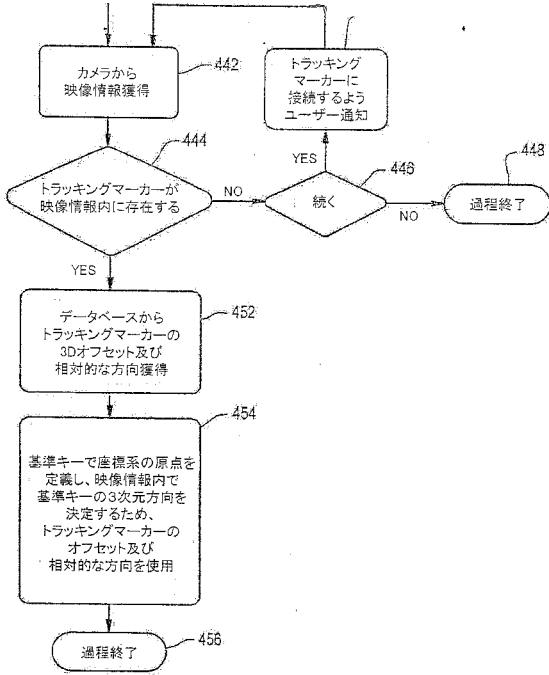
【図 4 A】



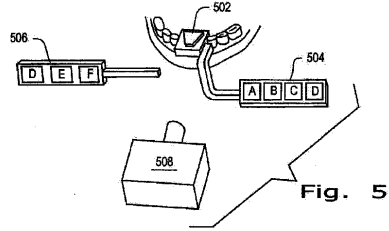
【図 4 B】



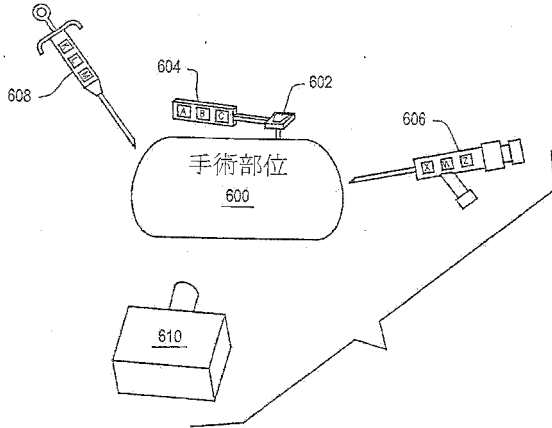
【図4C】



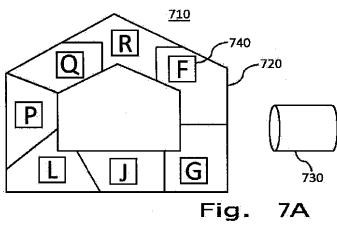
【図5】



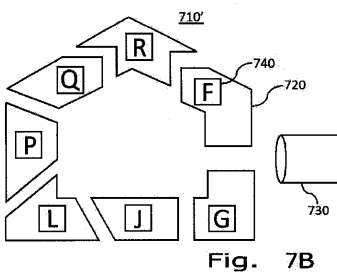
【図6】



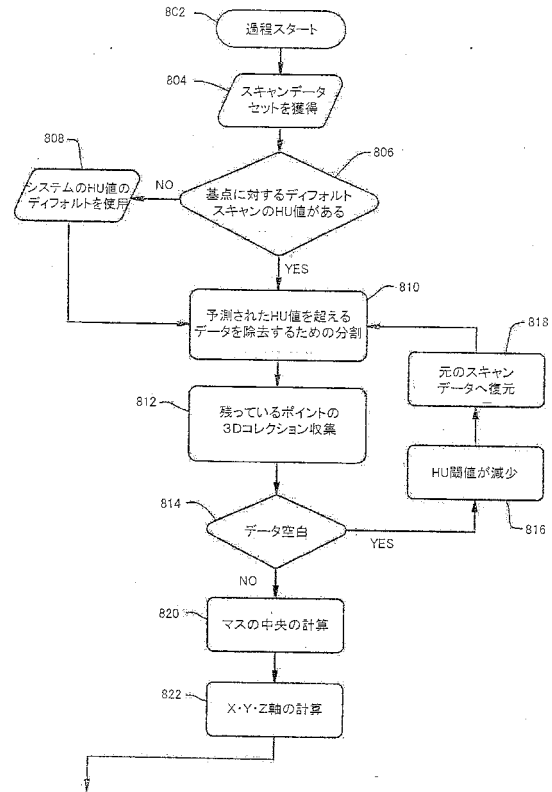
【図7A】



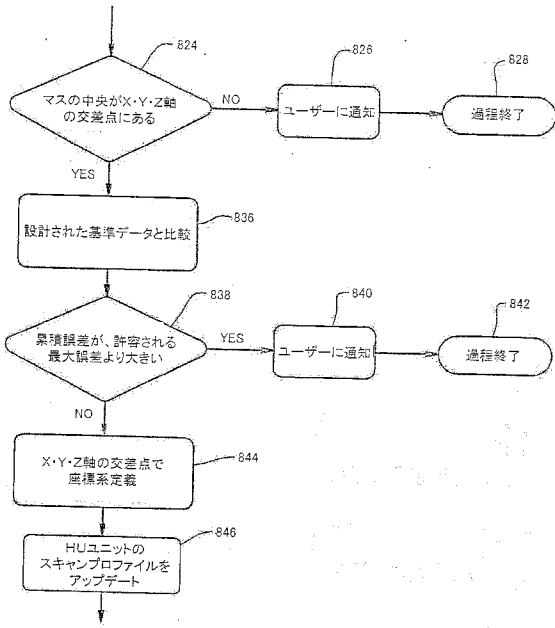
【図7B】



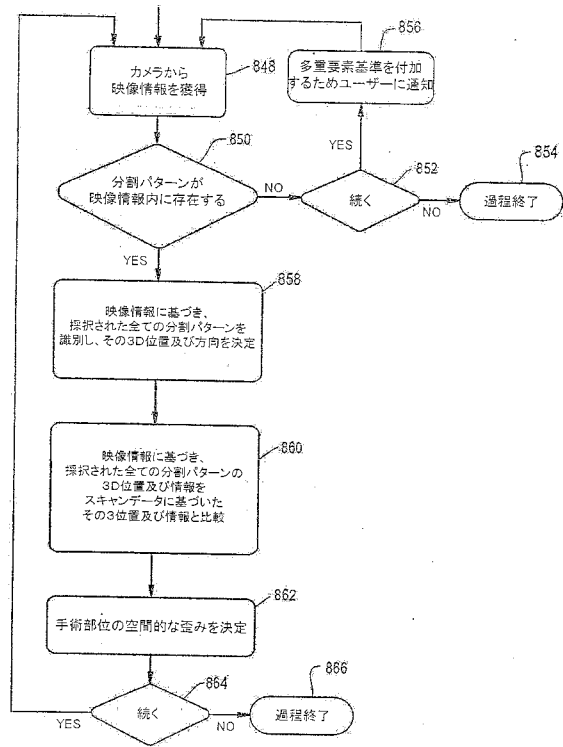
【図8A】



【図 8 B】



【図 8 C】



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/IL2012/000363
---

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. A61B19/00 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/247517 A1 (LABADIE ROBERT F [US] ET AL) 2 November 2006 (2006-11-02) the whole document	1-30
X	----- US 2007/208252 A1 (MAKOWER JOSHUA [US]) 6 September 2007 (2007-09-06) the whole document	1-30
X	----- US 6 529 765 B1 (FRANCK JOEL I [US] ET AL) 4 March 2003 (2003-03-04) the whole document	1-30
<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 "E" 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 7 March 2013		Date of mailing of the international search report 03/04/2013
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Held, Günter

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/IL2012/000363

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2006247517	A1	02-11-2006	AU 2006242586 A1	09-11-2006
			CA 2607507 A1	09-11-2006
			CN 101257844 A	03-09-2008
			EP 1874183 A2	09-01-2008
			JP 2008539028 A	13-11-2008
			US 2006247517 A1	02-11-2006
			WO 2006118915 A2	09-11-2006
-----				
US 2007208252	A1	06-09-2007	US 2007208252 A1	06-09-2007
			US 2011060214 A1	10-03-2011
			WO 2007136589 A2	29-11-2007
-----				
US 6529765	B1	04-03-2003	NONE	
-----				

## フロントページの続き

(31)優先権主張番号 61/616,673  
(32)優先日 平成24年3月28日(2012.3.28)  
(33)優先権主張国 米国(US)

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1 . G S M

专利名称(译)	<无法获取翻译>		
公开(公告)号	<a href="#">JP2015508293A5</a>	公开(公告)日	2015-12-10
申请号	JP2014537811	申请日	2012-10-21
[标]申请(专利权)人(译)	导航外科技术油墨		
申请(专利权)人(译)	导航外科技术油墨		
[标]发明人	ダオンエフド		
发明人	ダオン エフド		
IPC分类号	A61B19/00		
CPC分类号	A61B34/20 A61B2034/107 A61B2034/2055 A61B2090/3983 A61C1/082		
FI分类号	A61B19/00.502		
代理人(译)	郑 元基		
优先权	13/571284 2012-08-09 US 61/553058 2011-10-28 US 61/616718 2012-03-28 US 61/616673 2012-03-28 US		
其他公开文献	JP2015508293A		

摘要(译)

发明内容本发明是一种手术硬件和软件监视系统和方法，其允许在患者有时间进行操作时，例如在患者准备手术时，对手术部位进行建模。启用计划。跟踪器508、610捕获视频信息，其中控制器210配置为将视频信息与先前获取的扫描数据在空间上相关联。参考参考10被配置为可移除地附接到手术部位附近的位置。跟踪器可以观察到该参考参考，因此在空间上将图像信息与扫描数据相关联，以确定参考参考的3D位置和方向，并且控制器软件允许扫描数据和手术部位600可以基于视频数据确定3D位置和方向。[选择图]图5