

(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2020-512126

(P2020-512126A)

(43) 公表日 令和2年4月23日(2020.4.23)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 1 B 34/10 (2016.01)	A 6 1 B 34/10	
A 6 1 B 34/32 (2016.01)	A 6 1 B 34/32	
A 6 1 B 90/50 (2016.01)	A 6 1 B 90/50	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2019-553341 (P2019-553341)
 (86) (22) 出願日 平成30年4月2日 (2018.4.2)
 (85) 翻訳文提出日 令和1年11月13日 (2019.11.13)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2018/058379
 (87) 国際公開番号 W02018/178383
 (87) 国際公開日 平成30年10月4日 (2018.10.4)
 (31) 優先権主張番号 62/479,815
 (32) 優先日 平成29年3月31日 (2017.3.31)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)

(71) 出願人 590000248
 コーニンクレッカ フィリップス エヌ
 ヴェ
 KONINKLIJKE PHILIPS
 N. V.
 オランダ国 5656 アーヘー アイン
 ドーフェン ハイテック キャンパス 5
 2
 (74) 代理人 110001690
 特許業務法人M&Sパートナーズ
 (72) 発明者 トボレク グジェゴジ アンドレイ
 オランダ国 5656 アーヘー アイン
 ドーフェン ハイ テック キャンパス
 5

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 力検出型表面走査システム、デバイス、制御装置、及び方法

(57) 【要約】

力検出型表面走査システム20は、走査ロボット41及び表面走査制御装置50を使用する。走査ロボット41は、表面走査エンドエフェクタ43により印加された解剖学的臓器への接触力の情報提示をする力検出データを生成するための表面走査エンドエフェクタ43を含む。動作中、表面走査制御装置50は、力検出データを表面走査エンドエフェクタ43が生成することを有する表面走査エンドエフェクタ43による解剖学的臓器の表面走査を制御することと、さらに、解剖学的臓器の規定の表面変形オフセットを示す表面走査エンドエフェクタ43により生成された力検出データに回答して解剖学的臓器の術中ボリュームモデルを構築することを行う。

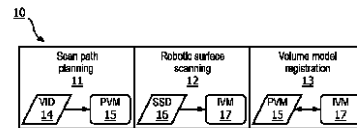


FIG. 1A

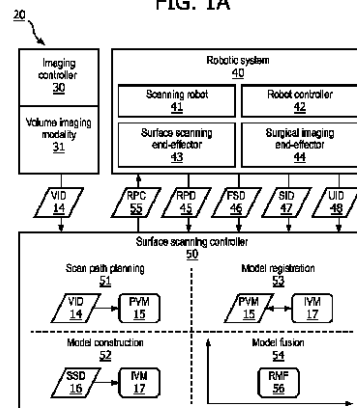


FIG. 1B

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

表面走査エンドエフェクタにより印加された解剖学的臓器への接触力の情報提示をする力検出データを生成する前記表面走査エンドエフェクタを含む走査ロボットと、

前記表面走査エンドエフェクタが前記力検出データを生成することを有する、前記表面走査エンドエフェクタによって前記解剖学的臓器の表面走査を制御する、表面走査制御装置と、

を備え、

前記表面走査制御装置が、前記解剖学的臓器の規定の表面変形オフセットを示す前記表面走査エンドエフェクタにより生成された前記力検出データに応答して、前記解剖学的臓器の術中ポリウムモデルを構築する、

力検出型表面走査システム。

【請求項 2】

前記術中ポリウムモデルが、術中ポリウムメッシュと術中ポリウム画像とのうちの一方である、

請求項 1 に記載の力検出型表面走査システム。

【請求項 3】

前記表面走査制御装置がさらに、粘弾性特性パラメータ及び走査力パラメータの関数として前記表面変形オフセットのオペレーターの規定を制御し、

前記粘弾性特性パラメータが、前記解剖学的臓器の硬さを定量化し、

前記走査力パラメータが、前記解剖学的臓器の表面点をデジタル化するために所望の接触力を定量化する、

請求項 1 に記載の力検出型表面走査システム。

【請求項 4】

前記表面走査制御装置がさらに、前記表面走査エンドエフェクタにより印加された前記解剖学的臓器へのオペレーターの所望の接触力を示す前記表面走査エンドエフェクタにより生成された前記力検出データに応答して前記表面変形オフセットの経験的な規定を制御する、

請求項 1 に記載の力検出型表面走査システム。

【請求項 5】

前記表面走査制御装置が、

前記解剖学的臓器の術前セグメント分けポリウムモデルを横断するサンプリング走査経路を規定することと、

前記解剖学的臓器の表面を横断する幾何学的パターンと無作為なパターンとのうちの少なくとも 1 つを含むサンプリング走査経路を規定することと、

のうちの少なくとも 1 つを行う、請求項 1 に記載の力検出型表面走査システム。

【請求項 6】

前記サンプリング走査経路が、ラインサンプリング走査経路と点サンプリング走査経路とのうちの少なくとも 1 つを含む、

請求項 1 に記載の力検出型表面走査システム。

【請求項 7】

前記表面走査制御装置が、前記解剖学的臓器の前記規定の表面変形オフセットの関数として、前記解剖学的臓器の構築された術中ポリウムモデルの寸法変更を制御する、

請求項 1 に記載の力検出型表面走査システム。

【請求項 8】

前記表面走査制御装置が、前記解剖学的臓器の前記術中ポリウムモデルと前記解剖学的臓器の術前セグメント分けポリウムモデルとの重ね合わせを制御する、

請求項 1 に記載の力検出型表面走査システム。

【請求項 9】

前記走査ロボットが、スネーク走査ロボットである、

10

20

30

40

50

請求項 1 に記載の力検出型表面走査システム。

【請求項 1 0】

前記表面走査エンドエフェクタが、ツールポインターと超音波腹腔鏡とのうちの一方である、

請求項 1 に記載の力検出型表面走査システム。

【請求項 1 1】

表面走査エンドエフェクタを含む走査ロボットのための表面走査制御装置であって、前記表面走査制御装置が、

前記表面走査エンドエフェクタにより印加された解剖学的臓器への接触力の情報提示をする力検出データを前記表面走査エンドエフェクタが生成することを有する、前記表面走査エンドエフェクタによって前記解剖学的臓器の表面走査を制御する、走査コマンダーと、

10

前記解剖学的臓器の規定の表面変形オフセットを示す、前記表面走査エンドエフェクタにより生成された前記力検出データに応答して、前記解剖学的臓器の術中ポリウムモデルを構築するモデル構築器と、
を備える、表面走査制御装置。

【請求項 1 2】

前記モデル構築器が、粘弾性特性パラメータ及び走査力パラメータの関数として前記表面変形オフセットの規定を制御し、

前記粘弾性特性パラメータが、前記解剖学的臓器の硬さを定量化し、

20

前記走査力パラメータが、前記解剖学的臓器の表面点をデジタル化するために所望の接触力を定量化する、

請求項 1 1 に記載の表面走査制御装置。

【請求項 1 3】

前記モデル構築器が、前記表面走査エンドエフェクタにより印加された前記解剖学的臓器へのオペレーターの所望の接触力を示す、前記表面走査エンドエフェクタにより生成された前記力検出データに応答して、前記表面変形オフセットの規定を制御する、

請求項 1 1 に記載の表面走査制御装置。

【請求項 1 4】

前記走査コマンダーが、

30

前記解剖学的臓器の術前セグメント分けポリウムモデルを横断するサンプリング走査経路を規定することと、

前記解剖学的臓器の表面を横断する幾何学的パターンと無作為なパターンとのうちの少なくとも 1 つを含むサンプリング走査経路を規定することと、

のうちの少なくとも 1 つを行う、請求項 1 1 に記載の表面走査制御装置。

【請求項 1 5】

前記モデル構築器が、前記解剖学的臓器の前記規定の表面変形オフセットの関数として、前記解剖学的臓器の構築された術中ポリウムモデルを寸法変更することを制御する、
請求項 1 1 に記載の表面走査制御装置。

【請求項 1 6】

40

表面走査エンドエフェクタを含む走査ロボットのための力検出型表面走査方法であって、

前記力検出型表面走査方法は、

表面走査制御装置が、前記表面走査エンドエフェクタにより印加された解剖学的臓器への接触力の情報提示をする力検出データを、前記表面走査エンドエフェクタが生成するステップを有する、前記表面走査エンドエフェクタによる前記解剖学的臓器の表面走査を制御するステップと、

前記表面走査制御装置が、前記解剖学的臓器の規定の表面変形オフセットを示す前記表面走査エンドエフェクタにより生成された前記力検出データに応答して、前記解剖学的臓器の術中ポリウムモデルを構築するステップと、

50

を有する、力検出型表面走査方法。

【請求項 17】

前記表面走査制御装置が、粘弾性特性パラメータ及び走査力パラメータの関数として前記表面変形オフセットを規定するステップをさらに有し、

前記粘弾性特性パラメータが、前記解剖学的臓器の硬さを定量化し、

前記走査力パラメータが、前記解剖学的臓器の表面点をデジタル化するために所望の接触力を定量化する、

請求項 16 に記載の力検出型表面走査方法。

【請求項 18】

前記表面走査制御装置が、前記表面走査エンドエフェクタにより印加された前記解剖学的臓器へのオペレーターの所望の接触力を示す前記表面走査エンドエフェクタにより生成された前記力検出データに応答して前記表面変形オフセットを規定することをさらに有する、

請求項 16 に記載の力検出型表面走査方法。

【請求項 19】

前記表面走査制御装置が、前記解剖学的臓器の術前セグメント分けボリュームモデルにおけるサンプリング走査経路を描写するステップをさらに有する、

請求項 16 に記載の力検出型表面走査方法。

【請求項 20】

前記表面走査制御装置が、前記解剖学的臓器の前記規定の表面変形オフセットの関数として、前記解剖学的臓器の構築された術中ボリュームモデルを寸法変更するステップをさらに有する、

請求項 16 に記載の力検出型表面走査方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示の本発明は、概して、解剖学的臓器の術中表面走査ボリュームモデルを解剖学的臓器の術前画像セグメント分けボリュームモデルに重ね合わせることを目的とした、解剖学的臓器（例えば、肝臓、心臓、肺、脳、胃、脾臓、腎臓、膵臓、嚢など）の表面走査のためのシステム、デバイス、制御装置、及び方法に関する。

【0002】

本開示の本発明は、より具体的には、解剖学的臓器のロボット支援型表面走査に力検出技術を利用することにより、解剖学的臓器の術中表面走査ボリュームモデルの、解剖学的臓器の術前画像セグメント分けボリュームモデルとの重ね合わせを改善することにより、このようなシステム、デバイス、制御装置、及び方法を改善することに関する。

【背景技術】

【0003】

低侵襲手術工程は、通気された腹壁における小さい単一の切開口を通して実施される。従って、手術器具及び解剖学的臓器の外面への、内視鏡を介した見通し線が内視鏡画像により提供される。解剖学的臓器（例えば、脈管、腫瘍など）の内部構造物は、通常、二次元（「2D」）腹腔鏡超音波（LUS）を使用して可視化される。しかし、特に、以前の腫瘍学的治療（例えば、熱アブレーション、経動脈性塞栓形成など）の存在により、及び/又は、解剖学的臓器に対するLUSの不適切な音響結合により、画像品質が組織異常（例えば、硬変、脂肪性構造物など）により不明瞭とされる場合、LUSは、大きい解剖学的コンテキストにおいて解釈することが困難である。術中情報を改善するために、高品質三次元（「3D」）イメージングモダリティ（例えば、コンピュータ-断層撮影モダリティ（CT）、磁気共鳴イメージングモダリティ（MRI）、コーンビームCT（CBCT）など）が腹腔鏡画像と融合されることにより、画像の重ね合わせが、腫瘍位置の深さ、重要な解剖学的構造の近さ、既定の切除計画、及び、手術工程に有用な他の追加的な情報の知識情報を提供する。

10

20

30

40

50

【0004】

いくつかの表面ベースの重ね合わせ技術が、3D術前画像を術中の物理的空間に融合するために、本開示の技術分野において知られている。これらの技術は、処置中に獲得された同じ表面のスパース表現に対して3D術前画像からセグメント分けされた解剖学的構造の表面をマッチングさせることにより、画像・患者(image-to-patient)変換行列を推定する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

手術工程中における軟組織解剖学的構造の術中表面走査に関する当技術分野において知られる現在の技術は、外部位置測定システムにより追跡される事前に校正されたツールポインター(例えば、光学的追跡、電磁追跡など)、外部レーザー範囲スキャナ、又は、内視鏡画像からの3D多視点再構成を使用する。しかし、未知の組織特性及び大きい組織変形に起因して、このような術中表面走査は困難である。

10

【0006】

より具体的には、追跡されるツールポインターを使用した正確な解剖学的走査は、時間がかかり、ユーザーに大きく依存する。この方法の再現性は、ツール校正及び追跡システムの不正確さ、一定の圧力と臓器表面への接触との両方を維持するときにオペレーターにより引き起こされる誤り、及び、獲得中における軟組織解剖学的構造の未知の変形によっても妨げられる。

20

【0007】

その一方で、レーザー走査方法は、低侵襲性手術室に統合することが困難な外部レーザー範囲スキャナを必要とし、臓器の表面の反射性の性質に起因して不正確である。

【0008】

さらに内視鏡画像からの多視点3D再構成は、固有の特徴又はテクスチャを示す表面、及び、血液により覆われない表面を必要とする。

【0009】

手術工程中における軟組織解剖学的構造の術中表面走査のための表面走査システム、デバイス、制御装置、及び方法を改善するために、本開示は、接触力が解剖学的臓器の規定の表面変形オフセットを表すことをもたらず、走査ロボットの表面走査エンドエフェクタにより印加された解剖学的臓器への接触力の検出に基づいて、解剖学的臓器の術中走査ボリュームモデルを構築するための発明を提供する。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

本開示の本発明の一実施形態は、走査ロボット及び表面走査制御装置を使用した力検出型表面走査システムである。

【0011】

走査ロボットは、表面走査エンドエフェクタにより印加された解剖学的臓器への接触力の情報提示をする力検出データを生成するための表面走査エンドエフェクタを含む。

【0012】

表面走査制御装置は、力検出データを表面走査エンドエフェクタが生成することを有する表面走査エンドエフェクタによる解剖学的臓器の表面走査を制御するために、及び、解剖学的臓器の規定の表面変形オフセットを示す表面走査エンドエフェクタにより生成された力検出データに応答して解剖学的臓器の術中ボリュームモデルを構築するために使用される。

40

【0013】

本開示の本発明の第2の実施形態は、走査コマンダー(133)及びモデル構築器(134)を使用する表面走査制御装置である。

【0014】

走査コマンダー(133)は、表面走査エンドエフェクタにより印加された解剖学的臓

50

器に対してへの接触力の情報提示をする力検出データを表面走査エンドエフェクタが生成することを有する表面走査エンドエフェクタによる解剖学的臓器の表面走査を制御するために使用される。

【0015】

モデル構築器(134)は、解剖学的臓器の規定の表面変形オフセットを示す表面走査エンドエフェクタにより生成された力検出データに応答して解剖学的臓器の術中ボリュームモデルを構築するために使用される。

【0016】

本開示の本発明の第3の実施形態は、表面走査制御装置が、表面走査エンドエフェクタにより印加された解剖学的臓器への接触力の情報提示をする力検出データを表面走査エンドエフェクタが生成することを有する表面走査エンドエフェクタによる解剖学的臓器の表面走査を制御することを伴う力検出型表面走査方法である。

10

【0017】

力検出型表面走査方法は、表面走査制御装置が、解剖学的臓器の規定の表面変形オフセットを示す表面走査エンドエフェクタにより生成された力検出データに応答して、解剖学的臓器の術中ボリュームモデルを構築することをさらに伴う。

【0018】

本開示の本発明を説明すること、及び、本開示の本発明が特許されることを求めることを目的として以下のことがいえる。

【0019】

(1)「イメージングモダリティ」、「走査ロボット」、及び「エンドエフェクタ」という用語を含むが、これらに限定されない本開示の当技術分野の用語は、本開示の技術分野において知られるように、及び、本明細書において例示的に説明されるように理解される。

20

【0020】

(2)「力検出型表面走査システム」という用語は、本開示の技術分野において知られているように、及び、以下において考えられているように、解剖学的臓器のロボット支援型表面走査に力検出技術を利用するために本開示の本発明の原理を組み込んだすべての表面走査システムを広く包含する。知られた表面走査システムの例として Philips 拡張現実手術ナビゲーションシステム、Philips L10-4lap 線形トランスデューサーベースシステム、表面デジタル化のためのナビゲートされたポインターツールを含む BrainLab 頭蓋ナビゲーション、及び、Pathfinder 手術ナビゲーションシステムが挙げられるが、これらに限定されない。

30

【0021】

(3)「力検出型表面走査方法」という用語は、本開示の技術分野において知られているように、及び、以下において考えられているように、解剖学的臓器のロボット支援型表面走査に力検出技術を利用するための本開示の本発明の原理を組み込んだすべての表面走査方法を広く包含する。知られた表面走査方法の非限定的な例は、Philips Pinnacle 3 である。

【0022】

(4)「制御装置」という用語は、本明細書において以下で例示的に説明されるように解剖学的管腔内における介入型デバイスの折り畳み、及び/又は、ねじれを監視することに関係した、本開示の様々な発明の原理の適用を制御するための特定用途向けメインボード又は特定用途向け集積回路のすべての構造上の構成を広く包含する。制御装置の構造上の構成として、プロセッサ、コンピュータ利用可能/コンピュータ可読記憶媒体、オペレーティングシステム、アプリケーションモジュール、周辺デバイス制御装置、インターフェース、バス、スロット、及びポートが挙げられるが、これらに限定されない。「制御装置」という用語に対して本明細書において使用される「イメージング」、「ロボット」、及び「表面走査」という名称は、「制御装置」という用語にいかなる追加的な限定を一切記載及び示唆することなく、本明細書において説明及び主張される特定の制御装置を他の

40

50

制御装置から識別することを目的として区別する。

【0023】

(6) 「アプリケーションモジュール」という用語は、特定の用途を実行するための電子回路及び/又は実行可能プログラム(例えば、非一時的なコンピュータ可読媒体に記憶された実行可能ソフトウェア及び/又はファームウェア)からなる制御装置のコンポーネントを広く包含する。「モジュール」という用語に対して本明細書において使用される「走査コマンダー」、「モデル構築器」、「モデルレジスタ」及び「モデル融合器」という名称は、「アプリケーションモジュール」という用語に追加的な限定を一切記載及び示唆することなく、本明細書において説明及び主張される特定のモジュールを他のモジュールから識別することを目的として区別する。

10

【0024】

(7) 「データ」及び「コマンド」という用語は、本開示の技術分野において理解されるように、及び、本明細書において例示的に説明されるように、本明細書において以下で説明されるように本開示の様々な発明の原理を適用することを支援する情報及び/又は命令を通信するための、すべての形態の検出可能な物理量又はインパルス(例えば、電圧、電流、又は磁場強度)を広く包含する。本開示のコンポーネント間のデータ/コマンド通信は、本開示の技術分野において知られているように、及び、以下において考えられているように、任意の種類の有線又は無線媒体/データリンクを介したデータ/コマンド送信/受信、及び、コンピュータ可用/コンピュータ可読記憶媒体にアップロードされたデータ/コマンドの読み出しが挙げられるがこれらに限定されない任意の通信方法を伴う。

20

【0025】

本開示の本発明の前述の実施形態及び他の実施形態、及び、本開示の本発明の様々な特徴及び利点が、添付図面とともに読まれる本開示の本発明の様々な実施形態の以下の詳細な記述からさらに明らかとなる。詳細な記述及び図面は、限定ではなく本開示の本発明の例示にすぎず、本開示の本発明の範囲は、添付の請求項及びその均等なものにより規定される。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1A】本開示の本発明の原理による力検出型表面走査方法の例示的な実施形態を示す図である。

30

【図1B】本開示の本発明の原理による力検出型表面走査システムの例示的な実施形態を示す図である。

【図2A - 2B】本開示の本発明の原理による例示的な走査経路計画を示す図である。

【図3A - 3C】本開示の本発明の原理による表面走査エンドエフェクタによる解剖学的臓器の例示的な表面走査を示す図である。

【図4】本開示の本発明の原理による図1Bの力検出型表面走査システムの例示的な実施形態を示す図である。

【図5】本開示の本発明の原理による図1Aの力検出型表面走査方法の例示的な一実施形態を表すフロー図である。

【図6A - 6F】本開示の本発明の原理によるポインターツールによる解剖学的臓器の例示的な表面走査を示す図である。

40

【図7A - 7F】本開示の本発明の原理による超音波腹腔鏡による解剖学的臓器の例示的な表面走査を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

手術工程中における軟組織解剖学的臓器の術中表面走査のための知られた表面走査システム、デバイス、制御装置、及び方法の改善として、本開示は、接触力が解剖学的臓器の規定の表面変形オフセットを表すことをもたらず、走査ロボットの表面走査エンドエフェクタにより印加された解剖学的臓器への接触力の検出に基づいて、解剖学的臓器の術中走査ボリュームモデルを構築するための発明を提供する。

50

【 0 0 2 8 】

本開示の様々な発明の理解を促進するために、図 1 A 及び図 1 B の以下の説明は、本開示の本発明の原理による力検出型表面走査方法 1 0 及び力検出型表面走査システム 2 0 の実施形態を教示する。本説明から、当業者は、本開示の本発明の原理による力検出型表面走査方法及び力検出型表面走査システムの様々な、及び多くの実施形態をどのように実施するかを理解するであろう。

【 0 0 2 9 】

さらに本説明から、当業者は、術前イメージングと術中イメージングとの融合を使用して手術工程をサポートする本開示の力検出型表面走査方法及び力検出型表面走査システムの適用を理解するであろう。このような手術工程の例として心胸手術、前立腺切除、脾摘出、腎摘出及び肝切除が挙げられるが、これらに限定されない。

10

【 0 0 3 0 】

図 1 B を参照すると、力検出型表面走査システム 2 0 は、ポリウムイメージングモダリティ 3 0、ロボットシステム 4 0、及び表面走査制御装置 5 0 を使用する。

【 0 0 3 1 】

ポリウムイメージングモダリティ 3 1 は、(例えば、胸領域、頭蓋領域、腹部領域又は骨盤領域の、コンピュータ断層撮影イメージング、磁気共鳴イメージング、超音波イメージングモダリティ、陽電子放射断層撮影イメージング、及び、単光子放射コンピュータ断層撮影イメージングといった)本開示の技術分野において知られている解剖学的領域の術前ポリウム画像を生成するためのイメージングモダリティである。

20

【 0 0 3 2 】

ロボットシステム 4 0 は、走査ロボット 4 1、ロボット制御装置 4 2、表面走査エンドエフェクタ 4 3、及び、超音波イメージングエンドエフェクタ 4 4 を使用する。

【 0 0 3 3 】

走査ロボット 4 1 は、手術工程の実施に使用される 1 つ又は複数のエンドエフェクタを含む構造的に構築された、又は、構造的に構築可能な、本開示の技術分野において知られる、又は、以下において考えられている任意の種類 of ロボットである。さらに、走査ロボット 4 1 は、本開示の技術分野において知られているポーズ追跡技術及び力検出技術を備える。

30

【 0 0 3 4 】

例示的な一実施形態において、走査ロボット 4 1 は、本開示の技術分野において知られているようにスネーク走査ロボットのポーズを追跡するためのスネーク走査ロボットの各関節に組み込まれたロータリーエンコーダを備え、本開示の技術分野において知られているようにスネーク走査ロボットのエンドエフェクタと解剖学的臓器との間における接触力を検出するための力センサー、圧力センサー、又は光ファイバーをさらに備えるスネーク走査ロボットである。

【 0 0 3 5 】

ロボット制御装置 4 2 は、本開示の技術分野において知られているように表面走査制御装置 5 0 により発せられたロボット位置コマンド 5 5 に従って関連する座標系内における走査ロボット 4 1 のポーズを制御する。

40

【 0 0 3 6 】

表面走査エンドエフェクタ 4 3 は、本明細書においてさらに説明されるように本発明の独創的な原理に従って解剖学的領域の術中走査ポリウムモデル 1 5 を構築するように使用される。実際には、表面走査エンドエフェクタ 4 3 は、本開示の技術分野において知られているようにエンドエフェクタ上に校正走査基準を含む任意の種類 of エンドエフェクタである。例示的な実施形態において、表面走査エンドエフェクタ 4 3 は、校正された走査基準として機能する球形遠位先端部を含むツールポインターを保持するマウントを含むか、又は、校正された走査基準として機能する超音波トランスデューサーを含む超音波腹腔鏡を保持するマウントを含む。

【 0 0 3 7 】

50

手術イメージングエンドエフェクタ 4 4 は、外面、及び/又は、本開示において知られている手術工程をサポートする解剖学的臓器内における内部構造物を術中にイメージングするために使用される。例示的な実施形態において、手術イメージングエンドエフェクタ 4 4 は、表面走査エンドエフェクタ 4 3 としてさらに機能する超音波腹腔鏡である。

【 0 0 3 8 】

実際には、表面走査エンドエフェクタ 4 3 が走査ロボット 4 1 に搭載されており、結果として、ロボット制御装置 4 2 が、本明細書においてさらに説明される図 1 A の力検出型表面走査方法 1 0 のロボット表面走査 1 2 を実施するように、表面走査制御装置 5 0 からのロボット位置コマンド 5 5 に従って走査ロボット 4 1 を制御する。続いて、手術イメージングエンドエフェクタ 4 4 が走査ロボット 4 1 に搭載されており、結果として、ロボット制御装置 4 2 は、本明細書においてさらに説明されるように手術工程中におけるロボットシステム 4 0 のオペレーターからの対話型又は計画されたコマンドに従って走査ロボット 4 1 を制御する。

10

【 0 0 3 9 】

実際には代替的に、表面走査エンドエフェクタ 4 3 が走査ロボット 4 1 に取り付けられており、結果として、ロボット制御装置 4 2 は、本明細書においてさらに説明されるように図 1 A の力検出型表面走査方法 1 0 のロボット表面走査 1 2 を実施するように、表面走査制御装置 5 0 からのロボット位置コマンド 5 5 に従って走査ロボット 4 1 を制御する。続いて、手術イメージングエンドエフェクタ 4 4 が追加的な走査ロボット 4 1 に取り付けられているか、又は搭載されており、結果として、ロボット制御装置 4 2 は、本明細書においてさらに説明されるように手術工程中におけるロボットシステム 4 0 のオペレーターからの対話型又は計画されたコマンドに従って、追加的な走査ロボット 4 1 を制御する。

20

【 0 0 4 0 】

表面走査制御装置 5 0 は、本明細書において説明されるように、本開示の力検出型表面走査方法 1 0 (図 1 A) の一実施態様を制御する。

【 0 0 4 1 】

図 1 A 及び図 1 B を参照すると、力検出型表面走査方法 1 0 は、走査経路計画段階 1 1 、ロボット表面走査段階 1 2 、及びボリュームモデル重ね合わせ段階 1 3 を伴う。

【 0 0 4 2 】

方法 1 0 の経路計画段階 1 1 の前に、イメージング制御装置 3 0 は、(例えば、胸領域、頭蓋領域、腹部領域、及び骨盤領域の、コンピュータ断層撮影イメージング、磁気共鳴イメージング、超音波イメージングモダリティ、陽電子放射断層撮影イメージング、及び、単光子放射コンピュータ断層撮影イメージングといった) 本開示の技術分野において知られている解剖学的領域の術前ボリューム画像のボリュームイメージングモダリティ 3 1 による生成を制御するために動作させられる。

30

【 0 0 4 3 】

方法 1 0 の経路計画段階 1 1 は、本開示の技術分野において知られる任意の通信技術 (例えば、データアップロード又はデータストリーミング) による、表面走査制御装置 5 0 への、解剖学的臓器の術前ボリューム画像を表すボリューム画像データ 1 4 の通信を包含する。表面走査制御装置 5 0 は、ボリューム画像データ 1 4 を処理して、(例えば、肝臓、心臓、肺、脳、胃、脾臓、腎臓、膵臓、嚢などのセグメント分けボリュームモデルといった) 本開示の技術分野において知られている解剖学的領域内における解剖学的臓器の術前画像セグメント分けボリュームモデル 1 5 を生成する。

40

【 0 0 4 4 】

代替的に、イメージング制御装置 3 0 は、本開示の技術分野において知られているように解剖学的臓器の術前画像セグメント分けボリュームモデル 1 5 を生成するようにボリューム画像データ 1 4 を処理し、結果として、方法 1 0 の経路計画段階 1 1 は、本開示の技術分野において知られる任意の通信技術 (例えば、データアップロード又はデータストリーミング) による、表面走査制御装置 5 0 への、解剖学的臓器の術前画像セグメント分けボリュームモデル 1 5 の通信を包含する。

50

【 0 0 4 5 】

方法 1 0 の経路計画段階 1 1 は、本開示の技術分野において知られているように解剖学的臓器の術前画像セグメント分けボリュームモデル 1 5 の表面の 1 つ又は複数のセグメント又は全体に沿った経路の規定を伴う走査経路計画 5 1 を、表面走査制御装置 5 0 が実行することをさらに包含する。

【 0 0 4 6 】

走査経路計画 5 1 の一実施形態において、表面走査制御装置 5 0 は、表面走査エンドエフェクタ 4 2 が解剖学的臓器の術前画像セグメント分けボリュームモデル 1 5 の表面セグメント又は全面にわたって 1 つ又は複数のラインに沿って横断させられるとき、表面走査エンドエフェクタ 4 3 と解剖学的臓器との間における連続した接触を伴う、解剖学的臓器の術前画像セグメント分けボリュームモデル 1 5 におけるラインサンプリング走査経路の、本開示の技術分野において知られているようなオペレーター又は体系的描写を実施する。

10

【 0 0 4 7 】

例えば、図 2 A は、肝臓の術前画像セグメント分けボリュームモデルの表面を横断する複数のラインを含むラインサンプリング走査経路 1 5 a の例示的な描写を示す。実際には、ラインは、示されるように切り離されるか、又は、経路 1 5 a のオペレーター又はシステムの描写により任意の程度だけ接続される。

【 0 0 4 8 】

実際には代替的に、ラインサンプリング走査経路は、術前画像セグメント分けボリュームに無関係に規定される。例えば、ラインサンプリング走査経路は、幾何学的パターン（例えば、螺旋パターン、ジグザグパターンなど）として、無作為なパターン（例えば、ホワイトノイズサンプリングスキーム）として、又は、それらの組み合わせとして規定される。

20

【 0 0 4 9 】

走査経路計画 5 1 の第 2 の実施形態において、表面走査制御装置 5 0 は、表面走査エンドエフェクタ 4 2 が解剖学的臓器の術前画像セグメント分けボリュームモデル 1 5 の表面セグメント又は全面にわたって横断させられるとき、表面走査エンドエフェクタ 4 3 と解剖学的臓器との間における周期的な接触を伴う、解剖学的臓器の術前画像セグメント分けボリュームモデル 1 5 における点サンプリング走査経路の、本開示の技術分野において知られているようなオペレーター又は体系的描写を実施する。

30

【 0 0 5 0 】

例えば、図 2 B は、肝臓の術前画像セグメント分けボリュームモデルの表面にマーキングされた複数の点を含む点サンプリング走査経路 1 5 b の例示的な描写を示す。実際には、経路 1 5 b のオペレーター又はシステムの描写により設計されるものとして、点が、示されるように一様なパターンにより、又は、非一様なパターンにより配置される。

【 0 0 5 1 】

実際には代替的に、点サンプリング走査経路は、術前画像セグメント分けボリュームに無関係に規定される。例えば、ラインサンプリング走査経路は、幾何学的パターン（例えば、螺旋パターン、ジグザグパターンなど）として、無作為なパターン（例えば、ホワイトノイズサンプリングスキーム）、又は、それらの組み合わせとして規定される。

40

【 0 0 5 2 】

さらに実際には、走査経路計画 5 1 は、解剖学的臓器の術前画像セグメント分けボリュームモデル 1 5 において描写されたラインサンプリング走査経路と点サンプリング走査経路との任意の組み合わせをさらに伴ってよい。

【 0 0 5 3 】

加えて実際には、走査経路計画 5 1 は、表面走査制御装置 5 0 に対して省略されてよく、又は、特定の処置に対して表面走査制御装置 5 0 により使用されなくてよい。このシナリオにおいて、システム 2 0 のオペレーターは、オペレーター規定サンプリング走査経路を実現する際に走査ロボット 4 1 のナビゲーションを制御する。

50

【0054】

図1A及び図1Bをさらに参照すると、方法10のロボット表面走査段階12が、解剖学的臓器の付近における表面走査エンドエフェクタ43の画像ガイダンスを包含し、結果として、表面走査制御装置50は、解剖学的臓器の術前画像セグメント分けボリュームモデル15において描写された計画されたサンプリング走査経路に従って解剖学的臓器に対する手術走査エンドエフェクタ43のナビゲーションを制御するために、ロボット制御装置42にロボット位置コマンド55を発するように動作させられる。

【0055】

より具体的には、本明細書においてさらに詳しく説明されるように、本開示の本発明の原理によるモデル重ね合わせ53を円滑化するために、ロボットシステム40が表面走査制御装置50に表面検出データ16を通信し、結果として、表面走査制御装置50は、本明細書においてさらに詳しく説明されるように、本開示の本発明の原理による解剖学的臓器の非動作ボリュームモデル17のモデル構築52を実施する。

10

【0056】

より具体的には、表面検出データ16が、ロボット制御装置42により表面走査制御装置50に通信されたロボット位置データ45を含み、結果として、ロボット位置データ45が、本開示の技術分野において知られているように解剖学的臓器又は術前セグメント分けボリュームモデルに重ね合わされた座標系における走査ロボット41の現在のポーズの情報提示をする。

【0057】

表面検出データ16は、表面走査エンドエフェクタ43により印加された解剖学的臓器への接触力の情報提示をする力検出データ46をさらに含み、表面走査エンドエフェクタ43のイメージングの実施形態に対して、表面検出データ16は、解剖学的画像の現在の画像スライスを表す走査画像データ47をさらに含む。

20

【0058】

表面走査制御装置50は、ロボット位置データ45、力検出データ46、及び(適切な場合には)走査画像データ47を処理して、走査表面エンドエフェクタ42による少しの変形(例えば、ナノメートルの組織変形)のもとで解剖学的臓器の軟組織の物理的挙動に基づいて解剖学的臓器の非動作ボリュームモデル17を構築する。

【0059】

特に、モデル構築52は、少しの変形のもとの解剖学的臓器の軟組織の物理的挙動が直線的に弾性であり、かつ一次元であるという仮定を前提としている。このような条件下で、変形されていない解剖学的組織と変形された解剖学的組織との間におけるオフセットが、式 $u = f / k$ を使用して計算され、ここで、 u は、組織の移動(オフセット)であり、 f は、表面走査エンドエフェクタ43と変形された解剖学的組織との間における検出された接触力であり、 k は、解剖学的臓器の粘弾性特性を説明するパラメータである。

30

【0060】

仮定より、モデル構築52は、規定の走査力パラメータ f_{DC} の、及び規定の粘弾性特性パラメータ k の指定を伴い、結果として、表面変形オフセット u_{SDO} が、本明細書においてさらに説明されるように解剖学的臓器の非動作ボリュームモデル17の構築をサポートするように計算される。

40

【0061】

モデル構築52の一実施形態において、表面走査制御装置50のオペレーターは、入力デバイス及び/又はグラフィカルインターフェースを介して、対象者の解剖学的臓器の粘弾性特性を表す一定値として粘弾性特性パラメータ k を提供又は選択し、さらに、解剖学的臓器の表面が走査される走査力パラメータ f_{DC} (例えば、メガニュートンの接触力)をさらに提供又は選択する。表面変形オフセット u_{SDO} は、解剖学的臓器の非動作ボリュームモデル17の構築をサポートするために、提供/選択された粘弾性特性パラメータ k 及び走査力パラメータ f_{DC} から計算される。

【0062】

50

代替的に、本開示は、変形のもとでの解剖学的臓器の軟組織の粘弾性挙動が非常に複雑な処理であることを認識する。第1に、任意の不均一に分布した力に対する粘弾性パラメータが力の方向及び表面のトポロジーを考慮した多次元行列により説明される。第2に、変形の線形性は、非常に小さい（例えば、ナノメートル台の）変形に対してのみ成り立つ。第3に、解剖学的臓器の軟組織の粘弾性特性パラメータ k は、組織異常に起因して、又は、患者に特有の解剖学的特性に起因して未知である。従って、モデル構築52の第2の実施形態において、表面変形オフセット u_{sdo} は、本明細書においてさらに説明されるように経験的に規定される。

【0063】

図1A及び図1Bをさらに参照すると、表面走査制御装置50は、解剖学的臓器の術前画像セグメント分けボリュームモデル15において描写された計画されたサンプリング走査経路に従って解剖学的臓器に対する手術走査エンドエフェクタ43のナビゲーションを制御するので、方法10のロボット表面走査段階12は、表面走査制御装置50が走査力パラメータ f_{dc} に等しい表面走査エンドエフェクタ43により印加された解剖学的臓器への接触力に対応した走査表面エンドエフェクタ43の校正された走査基準の各位置を記録することをさらに包含する。実際には、走査力パラメータ f_{dc} に等しい検出された接触形態は、誤差の許容可能マージンをもつ状態で実現されてよい。

10

【0064】

走査表面エンドエフェクタ43の校正された走査基準の記録位置の各々が、デジタル化モデル点の記録位置の各々の一様な変形オフセットの仮定に基づいた、解剖学的臓器の低密度点群表現の生成に適したデジタル化モデル点とみなされる。

20

【0065】

実際には、本明細書においてさらに説明されるように、ラインサンプリング走査経路は、走査力パラメータ f_{dc} に等しい表面走査エンドエフェクタ43により印加された解剖学的臓器への接触力に対応した走査表面エンドエフェクタ43の校正された走査基準の位置の部分集合の観点から、及び、さらに、走査力パラメータ f_{dc} に等しい表面走査エンドエフェクタ43により印加された解剖学的臓器への接触力に対応していない、走査表面エンドエフェクタ43の校正された走査基準の位置の部分集合の観点から、解剖学的臓器の低密度点群表現を生成する。

【0066】

さらに実際には、本明細書においてさらに説明されるように、点サンプリング走査経路は、解剖学的臓器の術前画像セグメント分けボリュームモデル15における点の空間描写に基づいて解剖学的臓器の低密度点群表現を生成する。

30

【0067】

走査表面エンドエフェクタ43の非イメージングの実施形態に対して、方法10のロボット表面走査段階12は、表面走査制御装置50が、本開示の技術分野において知られる任意のメッシュ構成技術（例えば、ドロネー三角分割）を介して低密度点群表現から生成されたメッシュとして術中ボリュームモデル17を構築することをさらに包含する。

【0068】

規定の変形オフセットに起因して、メッシュは、重ね合わせを目的として解剖学的臓器の術前画像セグメント分けボリュームモデル15の形状と同等な形状をもつが、メッシュは、解剖学的臓器の術前画像セグメント分けボリュームモデル15の寸法と同等な寸法をもつとは限らない。ほとんどの重ね合わせ処理に対して必要とは限らないが、同等なサイズを達成するために、表面走査制御装置50は、本開示の技術分野において知られる任意のメッシュノーマライゼーション技術（例えば、ミンウェイトイコール）を介して規定の変形オフセットの関数として各頂点における法線ベクトルさらに計算し、メッシュの形状を維持しながら寸法を大きくするように、関係する法線ベクトルの方向にメッシュの各点を移動する。

40

【0069】

走査表面エンドエフェクタ43のイメージングの実施形態に対して、方法10のロボッ

50

ト表面走査段階 1 2 は、表面走査制御装置 5 0 が結果的に術中ボリュームモデル 1 7 を解剖学的臓器の画像としてレンダリングするように寸法決めされていない、又は寸法決めされたメッシュの各点に関係した画像を連結することをさらに包含する。実際には、メッシュの各点に関係した画像を連結すると共に、表面走査制御装置 5 0 は、走査表面エンドエフェクタ 4 3 の校正された走査基準の未記録位置に起因してメッシュから欠けている画像を補間する。

【 0 0 7 0 】

本開示の様々な発明の理解を促進するために、図 3 A ~ 図 3 C の以下の説明は、本開示の本発明の原理によるデジタル化モデル点の例示的な記録位置を示す。本説明から、当業者は、本開示の本発明の原理による力検出型表面走査方法及び力検出型表面走査システムの様々な、及び多くの実施形態をどのように実施するかをさらに理解するであろう。

10

【 0 0 7 1 】

図 3 A を参照すると、表面走査エンドエフェクタ 4 3 は、解剖学的臓器の表面の走査の前に解剖学的臓器を変形させることが示される。より具体的には、表面走査制御装置 5 0 は、最初に解剖学的臓器の組織に接触力を印加するために、解剖学的臓器に対する走査エンドエフェクタ 4 3 の配置を制御し、変形されていない解剖学的組織 $U A T$ と変形された解剖学的組織 $D A T_I$ との間における $O F F S E T_I$ を結果的にもたらず。走査エンドエフェクタ 4 3 の配置は、力検出データ $F S D$ に従った検出された接触力 $S C F_1$ が所望のコントラクト力 $D C F$ に等しくなるまで調節され、結果として、変形されていない解剖学的組織 $U A T$ と変形された解剖学的組織 $D A T_I$ との間における $O F F S E T_I$ は、本明細書においてここまで説明されているように解剖学的臓器の規定の表面変形オフセット $u_{s D 0}$ に一致するとみなされる。結果として、ロボット位置データ 4 5 に従った対応するロボット位置 $R P_I$ から、表面走査制御装置 5 0 が、初期デジタル化モデル点 $D M P_I$ として黒色のドットにより表される表面走査エンドエフェクタ 4 3 の校正された走査基準位置 $S R P$ を記録する。

20

【 0 0 7 2 】

解剖学的臓器の表面の走査中、図 3 A は、所望のコントラクト力 $D C F$ に等しい力検出データ $F S D$ に従った検出された接触力 $S C F_x$ を使用した、変形されていない解剖学的組織 $U A T$ と変形された解剖学的組織 $D A T_x$ との間における $O F F S E T_x$ を結果的にもたらず解剖学的臓器に対するロボット位置 $R P_x$ への走査エンドエフェクタ 4 3 の位置移動を示し、図 3 B は、所望のコントラクト力 $D C F$ に等しくない力検出データ $F S D$ に従った検出された接触力 $S C F_y$ を使用した、変形されていない解剖学的組織 $U A T$ と変形された解剖学的組織 $D A T_y$ との間における $O F F S E T_y$ を結果的にもたらず、解剖学的臓器に対するロボット位置 $R P_y$ への走査エンドエフェクタ 4 3 の位置移動を示す。

30

【 0 0 7 3 】

点サンプリング走査経路の実施形態に対して、力検出データ $F S D$ に従った検出された接触力 $S C F$ が図 3 A に示されるように所望のコントラクト力 $D C F$ に等しくなるまで、走査エンドエフェクタ 4 3 の位置移動が調節され、結果として、変形されていない解剖学的組織 $U A T$ と変形された解剖学的組織 $D A T_x$ との間における $O F F S E T_x$ は、本明細書においてここまで説明されているように解剖学的臓器の規定の表面変形オフセット $u_{s D 0}$ に一致するとみなされる。結果として、ロボット位置データ 4 5 に従った対応するロボット位置 $R P_x$ から、表面走査制御装置 5 0 が追加的なデジタル化モデル点 $D M P_x$ として黒色のドットにより表される表面走査エンドエフェクタ 4 3 の校正された走査基準位置 $S R P$ を記録する。点サンプリング走査経路における各点に対してこの工程が繰り返される。

40

【 0 0 7 4 】

ラインサンプリング走査経路の実施形態の場合、表面検出エンドエフェクタ 4 3 が解剖学的臓器の表面にわたってラインに沿って横断させられるとき、表面走査制御装置 5 0 は、図 3 A に示されるようにロボット位置 $R P_x$ をデジタル化し、図 3 B に示されるようにロボット位置 $R P_y$ 、及び、走査力パラメータ $S F P$ に等しい接触力を検出しなくして

50

の他のロボット位置をデジタル化しない。

【0075】

いずれかの実施形態に対する結果が、非動作ボリュームモデル17の寸法決めされていない、又は寸法変更されたメッシュの生成を円滑化する解剖学的臓器のスペアクラウド表現となる。

【0076】

図1A及び図1Bを再度参照すると、方法10のボリュームモデル重ね合わせ13は、表面走査制御装置50が、本開示の技術分野において知られている重ね合わせ技術を介して術前セグメント分けボリュームモデル15及び術中ボリュームモデル17のモデル重ね合わせ53を実施することを包含する。

【0077】

術中ボリュームモデル17のメッシュの実施形態において、表面走査制御装置50は、術前セグメント分けボリュームモデル15と術中ボリュームモデル17とを重ね合わせるための点ごとの重ね合わせ技術を実行する。このような点ごとの重ね合わせ技術の例として剛性又は非剛性反復近傍点(ICP)重ね合わせ、剛性又は非剛性ロバスト点マッチング(RPM)重ね合わせ、及び、パーティクルフィルタベースの重ね合わせが挙げられるが、これらに限定されない。

【0078】

術中ボリュームモデル17の連結された画像の実施形態において、表面走査制御装置50は、術前セグメント分けボリュームモデル15と術中ボリュームモデル17とを重ね合わせる画像重ね合わせ技術を実行する。このような点ごとの重ね合わせ技術の例として内部解剖学的標識ベースの画像重ね合わせ(例えば、分岐又は石灰化部位)、内部に埋め込まれたマーカーベースの画像の重ね合わせ、及び、相互情報ベースの画像重ね合わせが挙げられるが、これらに限定されない。

【0079】

さらに図1A及び図1Bを参照すると、走査処理の完了後に、表面走査制御装置50は、本開示の技術分野において知られているようにモデル重ね合わせ53に基づいてモデル融合54を実施し、結果として、重ね合わされたモデル融合体56が、象徴的に示される適用可能な座標系に表示される。

【0080】

一実施形態において、重ね合わされたモデル融合体56は、術中ボリュームモデル17に対する術前セグメント分けボリュームモデル15の重なりを含む。

【0081】

別の実施形態において、重ね合わされたモデル融合体56は、ロボットシステム40の座標系に重ね合わされた解剖学的臓器に対する術前セグメント分けボリュームモデル15の重なりを含む。

【0082】

本開示の様々な発明の理解を促進するために、図4及び図5の以下の説明は、本開示の本発明の原理による力検出型表面走査システム100及び力検出型表面走査システム140の追加的な実施形態を教示する。本説明から、当業者は、本開示の本発明の原理による力検出型表面走査方法及び力検出型表面走査システムの様々な、及び多くの実施形態をどのように実施するかをさらに理解するであろう。

【0083】

図4を参照すると、力検出型表面走査システム100は、スネーク走査ロボット110、ツールポインター113、超音波腹腔鏡114、及び内視鏡115を使用する。

【0084】

走査を目的として、ツールポインター113又は超音波腹腔鏡114が、本開示の技術分野において知られているようにスネーク走査ロボット110に搭載される。

【0085】

スネーク走査ロボット110は、圧力の開示に関する技術分野において知られるように

10

20

30

40

50

搭載されたツールポインター 1 1 3 又は超音波腹腔鏡 1 1 4 により印加される解剖学的臓器への接触力を検出するための、力/圧力センサー 1 1 1 及び/又は光ファイバー 1 1 2 を備える。

【0086】

内視鏡 1 1 5 は、解剖学的臓器の表面の付近におけるツールポインター 1 1 3 又は超音波腹腔鏡 1 1 4 の配置を視認することを目的として追加的なスネーク走査ロボット 1 1 0 に搭載可能である。

【0087】

力検出型表面走査システム 1 0 0 は、ワークステーション 1 2 0 及び走査制御デバイス 1 3 0 をさらに使用する。

【0088】

ワークステーション 1 2 0 は、本開示の技術分野において知られているモニター 1 2 1 、キーボード 1 2 2 、及びコンピュータ 1 2 3 の知られた構成を含む。

【0089】

走査制御デバイス 1 3 0 は、いずれもコンピュータ 1 2 3 にインストールされたロボット制御装置 1 3 1 、表面走査制御装置 1 3 2 、及びディスプレイ制御装置 1 3 7 を使用する。

【0090】

実際には、ロボット制御装置 1 3 1 、表面走査制御装置 1 3 2 、及びディスプレイ制御装置 1 3 7 は、本明細書においてさらに説明されるように、本開示の本発明の原理による図 5 に示される力検出型表面走査方法を実施するために、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、及び/又は電子回路の任意の構成を具現化する。

【0091】

一実施形態において、ロボット制御装置 1 3 1 、表面走査制御装置 1 3 2 、及びディスプレイ制御装置 1 3 7 の各々が、1 つ又は複数のシステムバスを介して相互接続された、プロセッサ、メモリ、ユーザーインターフェース、ネットワークインターフェース、及び記憶装置を含む。

【0092】

プロセッサは、本開示の技術分野において知られているように、又は、以下において考えられているように、メモリ又は記憶装置に記憶された命令を実行可能な、又は、データを別様に処理する任意のハードウェアデバイスであってよい。非限定的な例において、プロセッサは、マイクロプロセッサ、フィールドプログラム可能ゲートアレイ (F P G A) 、特定用途向け集積回路 (A S I C) 、又は他の同様のデバイスを含んでよい。

【0093】

メモリとして、本開示の技術分野において知られているように、又は、以下において考えられているように、L 1 、L 2 、又はL 3 キャッシュ又はシステムメモリが挙げられるがこれらに限定されない様々なメモリを含んでよい。非限定的な例において、メモリとして、スタティックランダムアクセスメモリ (S R A M) 、ダイナミック R A M (D R A M) 、フラッシュメモリ、読み出し専用メモリ (R O M) 、又は他の同様のメモリデバイスが挙げられる。

【0094】

ユーザーインターフェースは、本開示の技術分野において知られているように、又は、以下において考えられているように、管理者などのユーザーとの通信を可能にするための 1 つ又は複数のデバイスを含んでよい。非限定的な例において、ユーザーインターフェースは、ネットワークインターフェースを介して遠隔端末に提示されるコマンドラインインターフェース又はグラフィカルユーザーインターフェースを含んでよい。

【0095】

ネットワークインターフェースは、本開示の技術分野において知られているように、又は、以下において考えられているように、他のハードウェアデバイスとの通信を可能にするための 1 つ又は複数のデバイスを含んでよい。非限定的な例において、ネットワークイ

10

20

30

40

50

ンターフェースは、Ethernetプロトコルに従って通信するように構成されたネットワークインターフェースカード(NIC)を含んでよい。さらに、ネットワークインターフェースは、TCP/IPプロトコルに従った通信のためのTCP/IPスタックを実現してよい。ネットワークインターフェースのための様々な代替的な、又は追加的なハードウェア又は構成が明らかとなる。

【0096】

記憶装置は、本開示の技術分野において知られているように、又は、以下において考えられているように、読み出し専用メモリ(ROM)、ランダムアクセスメモリ(RAM)、磁気ディスク記憶媒体、光記憶媒体、フラッシュメモリデバイス、又は同様の記憶媒体が挙げられるがこれらに限定されない1つ又は複数の機械可読記憶媒体を含んでよい。様々な非限定的な実施形態において、記憶装置は、プロセッサによる実行のための命令、又は、プロセッサが動作する対象となるデータを記憶する。例えば、記憶装置は、ハードウェアの様々な基本動作を制御するための基本オペレーティングシステムを記憶する。記憶装置は、実行可能ソフトウェア/ファームウェアの形態をとる1つ又は複数のアプリケーションモジュールをさらに記憶する。

10

【0097】

より具体的には、さらに図4を参照すると、ロボット制御装置131は、本開示の技術分野において知られているようにロボット座標系においてスネーク走査ロボット110のナビゲーションを制御するためのアプリケーションモジュールを含み、ディスプレイ制御装置137は、本開示の技術分野において知られているようにモニター120における画像、グラフィカルユーザーインターフェースなどの表示を制御するためのアプリケーションモジュールを含む。

20

【0098】

表面走査制御装置132は、本明細書においてさらに説明されるように本開示の本発明の原理による図5に示される力検出型表面走査方法の実施態様を制御するための、走査コマンダー(133)133、モデル構築器(134)134、モデルレジスタ135、及びモデル融合器136の形態をとるアプリケーションモジュールを含む。

【0099】

実際には、走査制御デバイス130は、タブレット、又は、ワークステーション及びタブレットによりアクセス可能なサーバーが挙げられるがこれらに限定されない他の種類の処理デバイスに代替的に、又は同時にインストールされてよく、又は、図5に示される本開示の力検出型表面走査方法を使用した手術工程の実行をサポートするネットワークにわたって分散されてよい。

30

【0100】

さらに実際には、制御装置131、132、及び135は、走査制御デバイス130の統合されたコンポーネント、分離されたコンポーネント、又は、論理的に区切られたコンポーネントであってよい。

【0101】

図5は、本明細書において説明されるように表面走査制御装置132のアプリケーションモジュール133~136により実施される、本開示の本発明の原理による力検出型表面走査方法を表すフロー図140を示す。

40

【0102】

図5を参照すると、フロー図140のステージS142は、走査コマンダー(133)132(図4)により実施される走査前活動を包含する。これらの走査前活動として、

1. 走査コマンダー133が、当技術分野において知られるように、スネーク走査ロボット110の重ね合わせ、及び、術前セグメント分けボリュームモデル重ね合わせを制御すること、

2. 走査コマンダー133が、図1A及び図1Bの説明に関連して本明細書においてここまで説明されているようにスネーク走査ロボット110に対するサンプリング走査経路、特に、ラインサンプリング走査経路又は点サンプリング走査経路の計画を制御するこ

50

と、

3. 走査コマンダー 133 が、粘弾性特性パラメータ k 及び走査力パラメータ f のオペレーターの提供、又は、オペレーターの選択のためのグラフィカルユーザーインターフェースを制御すること、及び、

4. 走査コマンダー 133 が、例えば、図 6 A に示されるツールポインター 113 の初期配置、又は、図 7 A に示される超音波腹腔鏡 114 の初期配置など、表面検出エンドエフェクタの初期オフセット配置を制御すること、が挙げられるが、これらに限定されない。

【0103】

より具体的には、規定の表面変形オフセット u が、提供 / 選択された粘弾性特性パラメータ k 及び走査力パラメータ f から計算され、結果として、走査パラメータ 133 が、検出された接触力を走査力パラメータ f に一致させるように、表面検出エンドエフェクタの初期オフセット配置を制御することにより、本明細書においてここまでに説明されているように解剖学的臓器の変形されていない解剖学的組織と変形された解剖学的組織との間における規定の表面変形オフセット u を達成する。

【0104】

粘弾性特性パラメータ k が知られることをもたらす実施形態の場合、規定の表面変形オフセット u は、

1. 走査コマンダー 133 が、例えば、図 6 A に示されるツールポインター 113 の初期配置、又は、図 7 A に示される超音波腹腔鏡 114 の初期配置など、選択された非ゼロの検出された制御力における表面検出エンドエフェクタの初期オフセット配置のオペレーターの制御のためにグラフィカルユーザーインターフェースを制御すること、

2. 走査コマンダー 133 が、検出された制御力がゼロになる時点まで、表面検出エンドエフェクタを後退させること、並びに、

3. 走査コマンダー 133 が、表面検出エンドエフェクタの初期オフセット配置に関係した選択された非ゼロの検出された制御力として走査力パラメータ f を規定すること、及び、さらに、表面検出エンドエフェクタの退避距離として表面変形オフセット u を規定することにより、経験的に規定されてよい。

【0105】

実際には代替的に、サンプリング走査経路は、ステージ S 142 中、術前画像セグメント分けボリュームに無関係に規定されてよく、それにより、術前セグメント分けボリュームモデルにスネーク走査ロボット 110 を重ね合わせる必要性を無くす。例えば、サンプリング走査経路は、幾何学的パターン（例えば、螺旋パターン、ジグザグパターンなど）として、無作為なパターン（例えば、ホワイトノイズサンプリングスキーム）、又は、それらの組み合わせとして規定されてよい。ステージ S 142 のこのような代替的な実施形態の場合、解剖学的臓器の表面は手術口を介してさらされ、及びスネーク走査ロボット 110 が、表面検出エンドエフェクタの初期オフセット配置、又は、表面変形オフセット u の経験的な規定に対する位置に到達するまで、手術口を通して解剖学的臓器の表面まで挿入される。続いて、スネーク走査ロボット 110 が、既定の幾何学的パターンに沿うように、解剖学的臓器の表面を無作為に横断するように、又は、それらの組み合わせにより、手動により、又は、制御装置により動作させられる。

【0106】

さらに図 5 を参照すると、フロー図 140 のステージ S 144 は、走査コマンダー (133) 132 (図 4)、及び、モデル構築器 (134) 134 (図 4) により実施される走査活動を包含する。これらの走査活動として、

1. 走査コマンダー 133 が図 1 A 及び図 1 B の説明に関連して本明細書においてここまでに説明されているように、計画されたサンプリング走査経路に従って解剖学的臓器に対するスネーク走査ロボット 110 のナビゲーションを制御すること、

2 A. モデル構築器 134 が、例えば、図 6 E に示される術中ボリュームメッシュ 170 などの、図 1 A 及び図 1 B の説明に関連して本明細書においてここまでに説明されてい

10

20

30

40

50

る術中ポリウムメッシュを構築すること、又は、

2 B . モデル構築器 1 3 4 が、例えば、図 7 E に示される術中ポリウム画像 1 8 0 などの、図 1 A 及び図 1 B の説明に関連して本明細書においてここまでに説明されている術中ポリウム画像を連結すること、が挙げられるがこれらに限定されない。

【 0 1 0 7 】

ツールポインター 1 1 3 を使用するステージ S 1 4 4 の実施形態についてより具体的には、スネーク走査ロボット 1 1 0 のナビゲーションは、図 6 B に例示的に示されるように走査力パラメータ f に一致した検出された接触力を示すサンプル点のデジタル化、及び、図 6 C に例示的に示されるように走査力パラメータ f に一致しない検出された接触力を示すサンプル点の非デジタル化を結果的にもたらす。

10

【 0 1 0 8 】

図 6 D を参照すると、グラフ 1 5 0 は、ワークステーション 1 2 0 (図 4) のオペレーターに対して表示され、それにより、特定のサンプル点のデジタル化期間 1 5 2 及び 1 5 4、及び、残りのサンプル点の非デジタル化期間 1 5 1、1 5 3 及び 1 5 5 を可視化する。

【 0 1 0 9 】

一実施形態において、非デジタル化期間 1 5 1 は、解剖学的領域に対するツールポインター 1 1 3 の走査前配置を表し、デジタル化期間 1 5 2 及び 1 5 4 は、解剖学的臓器のラインサンプリング走査中の複数のデジタル化されたサンプル点を表す。

【 0 1 1 0 】

別の実施形態において、非デジタル化 1 5 1 期間は、解剖学的領域に対するツールポインター 1 1 3 の走査前配置を表し、デジタル化期間 1 5 2 及び 1 5 4 は、解剖学的臓器の点サンプリング走査中における単一のデジタル化サンプル点を表す。

20

【 0 1 1 1 】

図 4 を再度参照すると、超音波腹腔鏡 1 1 4 を使用するステージ S 1 4 4 の実施形態についてより具体的には、スネーク走査ロボット 1 1 0 のナビゲーションは、図 7 B に例示的に示されるように走査力パラメータ f に一致した検出された接触力を示すサンプル点のデジタル化、及び、図 7 C に例示的に示されるように走査力パラメータ f に一致しない検出された接触力を示すサンプル点の非デジタル化を結果的にもたらす。

【 0 1 1 2 】

図 7 D を参照すると、グラフ 1 7 0 がワークステーション 1 2 0 (図 4) のオペレーターに表示されることにより、特定のサンプル点のデジタル化期間 1 7 2 及び 1 7 4、及び、残りのサンプル点の非デジタル化期間 1 7 1、1 7 3 及び 1 7 5 を可視化する。

30

【 0 1 1 3 】

一実施形態において、非デジタル化期間 1 7 1 は、解剖学的領域に対する超音波腹腔鏡 1 1 4 の走査前配置を表し、デジタル化期間 1 7 2 及び 1 7 4 は、解剖学的臓器のラインサンプリング走査中における複数のデジタル化されたサンプル点を表す。

【 0 1 1 4 】

別の実施形態において、非デジタル化 1 5 1 期間は、解剖学的領域に対する超音波腹腔鏡 1 1 4 の走査前配置を表し、デジタル化期間 1 7 2 及び 1 7 4 は、解剖学的臓器の点サンプリング走査中における単一のデジタル化サンプル点を表す。

40

【 0 1 1 5 】

図 4 を再度参照すると、フロー図 1 4 0 のステージ S 1 4 6 は、モデル構築器 (1 3 4) 1 3 4 (図 4) 及び / 又はモデルレジスタ 1 3 5 により実施される走査後活動を包含する。これらの走査後活動として、

1 A . モデル構築器 1 3 4 が、例えば、図 6 F に示される術中ポリウムメッシュ 1 5 1 への術中ポリウムメッシュ 1 5 0 の寸法変更など、図 1 A 及び図 1 B の説明に関連して本明細書においてここまでに説明されているように規定の表面変形オフセットの関数として術中ポリウムメッシュの寸法変更をすることを任意選択的に制御すること (寸法変更は通常、ナノメートル程度であるので、図 6 F に示される寸法変更は概念を可視化する

50

ために誇張されていることに留意されたい)、

2 A . モデルレジスタ 1 3 5 が、図 1 A 及び図 1 B の説明に関連して本明細書においてここまで説明されているように、寸法決めされていない / 寸法変更された術中ボリュームメッシュを術前セグメント分けボリュームモデルに重ね合わせることに、又は、

1 B . モデル構築器 1 3 4 が、例えば、図 7 F に示されるような術中ボリュームメッシュ 1 8 1 への術中ボリューム画像 1 8 0 の寸法変更など、図 1 A 及び図 1 B の説明に関連して本明細書においてここまで説明されているように、規定の表面変形オフセットの関数として術中ボリューム画像の寸法変更を任意選択的に制御すること (寸法変更は通常、ナノメートル程度であるので、図 7 F に示される寸法変更は概念を可視化するために誇張されていることに留意されたい)、及び、

2 B . モデルレジスタ 1 3 5 が、図 1 A 及び図 1 B の説明に関連して本明細書においてここまで説明されているように、寸法決めされていない / 寸法変更された術中ボリューム画像を術前セグメント分けボリュームモデルに重ね合わせることが挙げられるが、これらに限定されない。

【 0 1 1 6 】

ステージ S 1 4 6 の完了後、モデル融合器 1 3 6 が、本明細書においてここまで説明されているように重ね合わされたモデル融合体 1 3 8 を生成するために、本開示の技術分野において知られているように融合技術を実施し、結果として、ディスプレイ制御装置 1 3 7 が、示されるように重ね合わされたモデル融合体 1 3 8 の表示を制御する。

【 0 1 1 7 】

図 1 ~ 図 7 を参照すると、接触力が解剖学的臓器の規定の表面変形オフセットを表すことをもたらす、走査ロボットの表面走査エンドエフェクタにより印加された解剖学的臓器への接触力の検出に基づく、解剖学的臓器の術中走査ボリュームモデルの構築を提供することにより、解剖学的臓器の術前画像セグメント分けボリュームモデルとの解剖学的臓器の術中表面走査ボリュームモデルの重ね合わせを改善する本開示の本発明による表面走査システム、デバイス、制御装置、及び方法にわたる改善が挙げられるがこれらに限定されない本開示の多くの利点を当業者は理解するであろう。

【 0 1 1 8 】

さらに、当業者は、本明細書において提供される教示を考慮して、本開示 / 明細書において説明される、及び / 又は、図面に示される特徴、要素、コンポーネントなどが、電子コンポーネント / 回路、ハードウェア、実行可能ソフトウェア、及び、実行可能ファームウェアの様々な組み合わせにより実現されること、並びに、単一の要素又は複数の要素に組み合わせられる機能を提供することを理解するであろう。例えば、図面に示される / 例示される / 描かれる様々な特徴、要素、コンポーネントなどの機能は、専用ハードウェア、及び、適切なソフトウェアと連携してソフトウェアを実行することが可能なハードウェアの使用を通して提供され得る。プロセッサにより提供される場合、機能は、単一の専用プロセッサにより、単一の共用プロセッサにより、又は、複数の個々のプロセッサにより提供され得、それらのうちのいくつかは、共用及び / 又は多重化され得る。さらに、「プロセッサ」という用語の明示的な使用は、ソフトウェアを実行することが可能なハードウェアを排他的に表すように解釈されてはならず、デジタル信号プロセッサ (「DSP」) ハードウェア、メモリ (例えば、ソフトウェアを記憶するための読み出し専用メモリ (「ROM」)、ランダムアクセスメモリ (「RAM」)、不揮発性記憶装置など)、及び、処理を実施及び / 又は制御することが可能な (及び / 又は、するように構成可能な) (ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、回路、それらの組み合わせなどを含む) 実質的に任意の手段及び / 又は機械を、限定されないが暗示的に含み得る。

【 0 1 1 9 】

さらに、本発明の原理、態様、及び実施形態について記載した本明細書におけるすべての記述、及び、それらの特定の例は、それらの構造的に同等なものと機能的に同等なものとの両方を包含することが意図される。さらに、このような同等なものが (例えば、構造に関わらず同じ又は実質的に同様の機能を実施し得る開発される任意の要素といった) 現

10

20

30

40

50

在知られている同等なもの、と将来的に開発される同等なものとの両方を含むことが意図される。従って、例えば、本明細書で提示される任意のブロック図が、本発明の原理を具現化する例示的なシステムコンポーネント及び/又は回路の概念的な図を表し得ることが本明細書において提供される教示を考慮して当業者により理解される。同様に、当業者は、任意のフローチャート、フロー図などがコンピュータ可読記憶媒体において実質的に表されて、そのようにコンピュータ、プロセッサ、又は処理能力をもつ他のデバイスにより、このようなコンピュータ又はプロセッサが明示的に示されるか否かにかかわらず実行され得る様々な工程を表し得ることを本明細書において提供される教示を考慮して理解するはずである。

【0120】

さらに、本開示の例示的な実施形態は、例えば、コンピュータ又は任意の命令実行システムによる、又は、コンピュータ又は任意の命令実行システムに関連した使用のための、プログラムコード及び/又は命令を提供するコンピュータ可読及び/又はコンピュータ可読記憶媒体からアクセス可能なコンピュータプログラム製品又はアプリケーションモジュールの形態をとり得る。本開示によると、コンピュータ可読又はコンピュータ可読記憶媒体は、例えば、命令実行システム、装置、又はデバイスによる、又は、命令実行システム、装置、又はデバイスに関連した使用のためのプログラムを含み、記憶し、通信し、伝播し、又は、移送し得る任意の装置であり得る。このような例示的な媒体は、例えば、電子的、磁氣的、光学的、電磁的、赤外線、又は半導体システム（又は、装置又はデバイス）、又は、伝播媒体であり得る。コンピュータ可読媒体の例として、例えば、半導体又はソリッドステートメモリ、磁気テープ、取り外し可能なコンピュータディスク、ランダムアクセスメモリ（RAM）、読み出し専用メモリ（ROM）、フラッシュ（ドライブ）、硬質磁気ディスク、及び光ディスクが挙げられる。光ディスクの現在の例として、コンパクトディスク読み出し専用メモリ（CD-ROM）、読み出し/書き込み型コンパクトディスク（CD-R/W）、及びDVDが挙げられる。さらに、今後開発される任意の新しいコンピュータ可読媒体も本開示の例示的な実施形態に従って使用又は参照されるものと同様に、コンピュータ可読媒体とみなされなければならないことが理解されなければならない。

【0121】

新規性及び進歩性がある力検出型表面走査システム、デバイス、制御装置、及び方法の好ましい、及び例示的な実施形態（本実施形態は例示的であって限定ではないことが意図される）を説明してきたが、図面を含む本明細書において提供される教示を考慮した当業者により変更及び変形がなされ得ることに留意されたい。従って本開示の好ましい、及び例示的な実施形態において/対して変更がなされ得、本変更が本明細書において開示される実施形態の範囲内であることが理解される。

【0122】

さらに、デバイス、又は、本開示によるデバイスにおいて使用/実施されるものを組み込んだ、及び/又は実現した対応する、及び/又は関係するシステムも本開示の範囲に入ると想定され、本開示の範囲に入るとみなされることが意図される。さらに、本開示によるデバイス及び/又はシステムを製造及び/又は使用するための対応する、及び/又は関係する方法も本開示の範囲に入ると想定され、本開示の範囲に入るとみなされる。

【 図 1 A 】

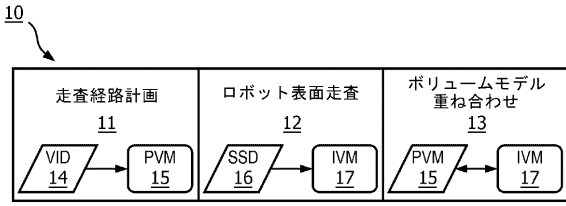


図 1 A

【 図 1 B 】

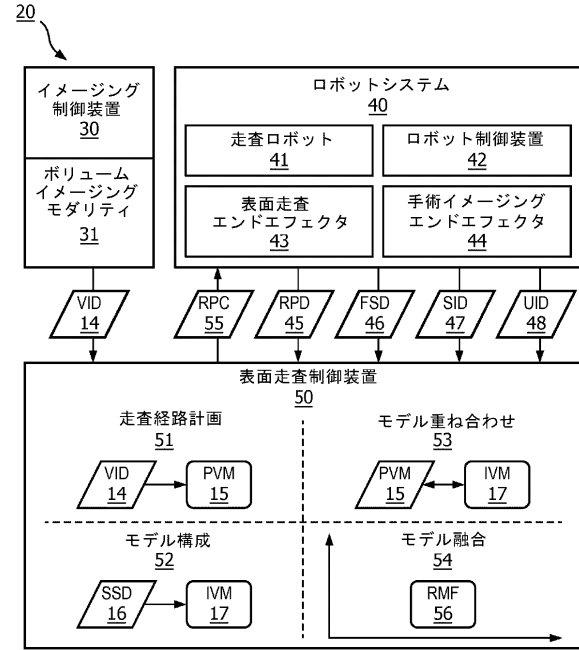


図 1 B

【 図 2 A 】

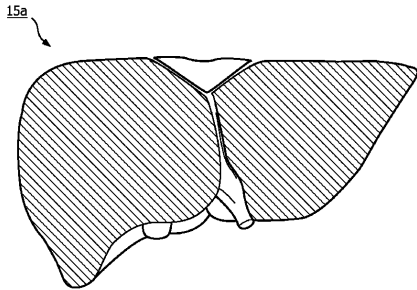


FIG. 2A

【 図 2 b 】

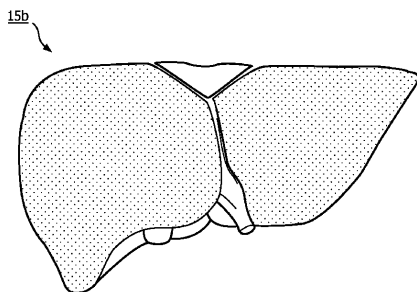


FIG. 2b

【 図 3 A 】

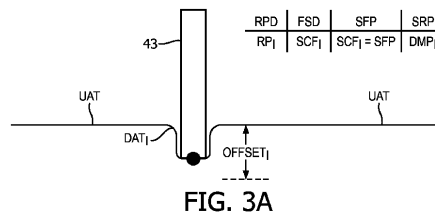


FIG. 3A

【 図 3 B 】

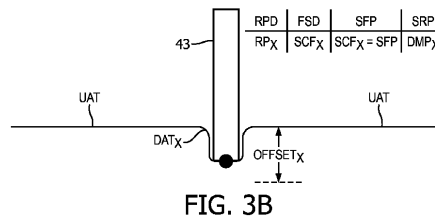


FIG. 3B

【 図 3 C 】

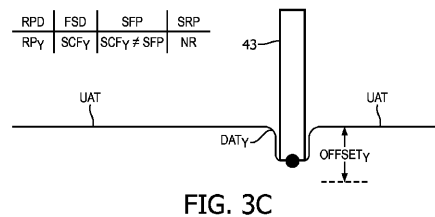


FIG. 3C

【 図 4 】

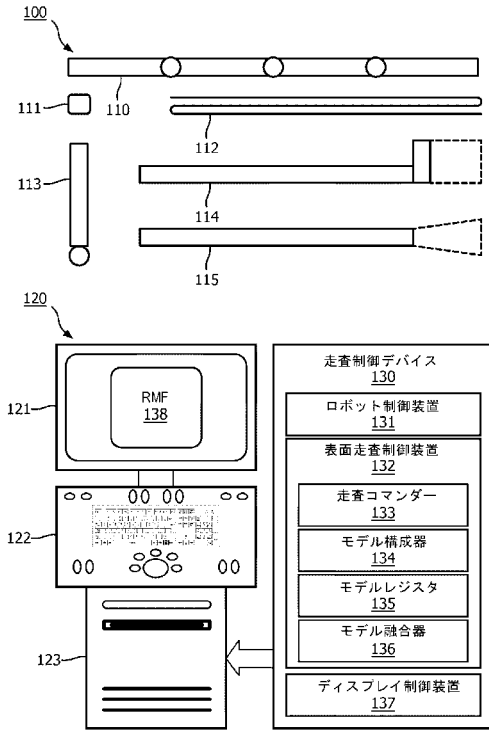


図 4

【 図 5 】

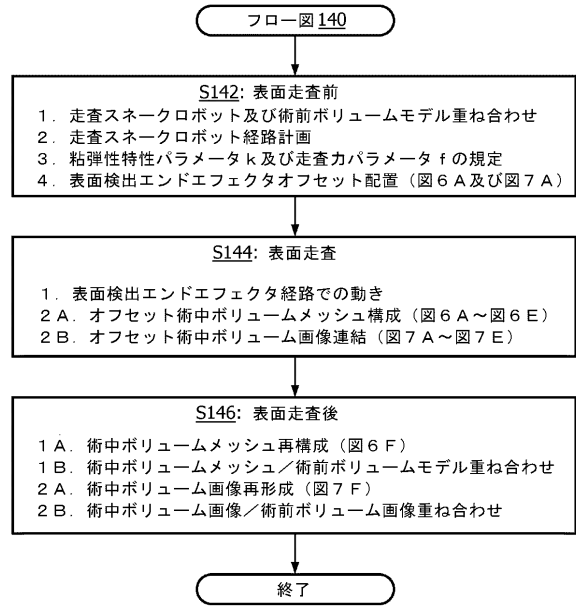


図 5

【 図 6 A 】

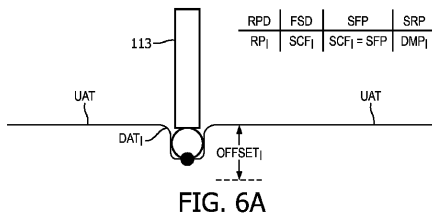


FIG. 6A

【 図 6 B 】

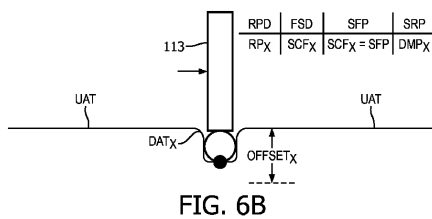


FIG. 6B

【 図 6 C 】

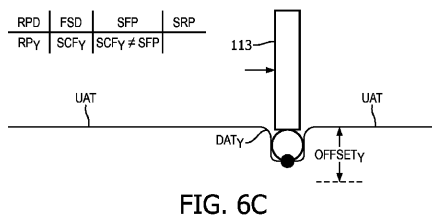


FIG. 6C

【 図 6 D 】

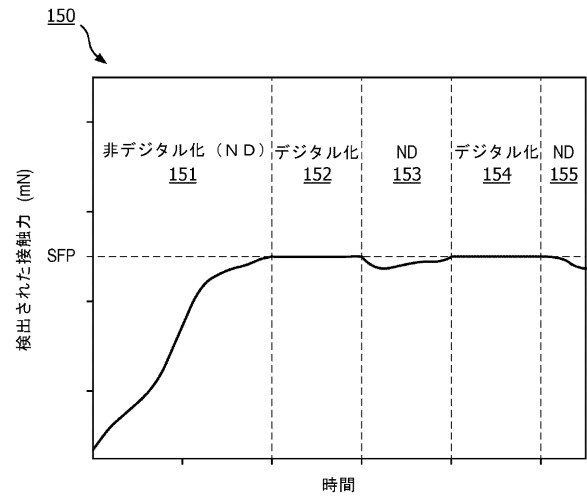


図 6 D

【 図 6 E 】

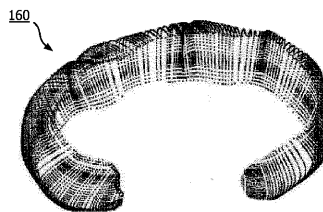


FIG. 6E

【 図 6 F 】

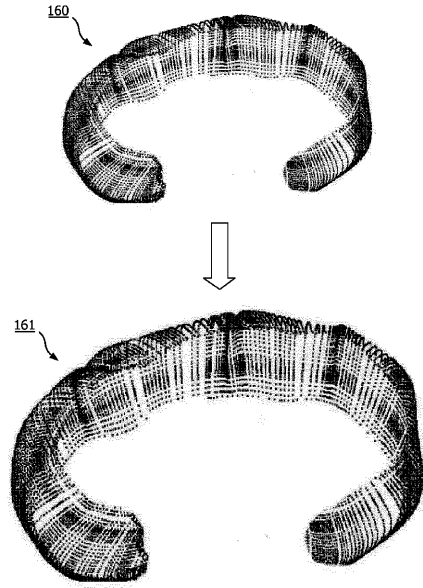


FIG. 6F

【 図 7 A 】

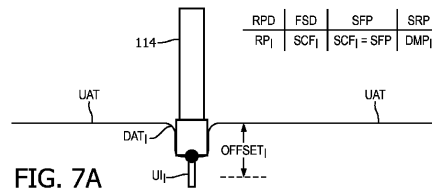


FIG. 7A

【 図 7 B 】

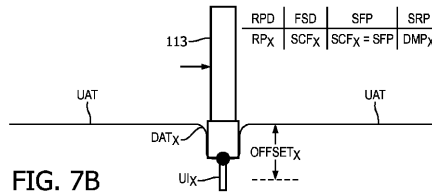


FIG. 7B

【 図 7 C 】

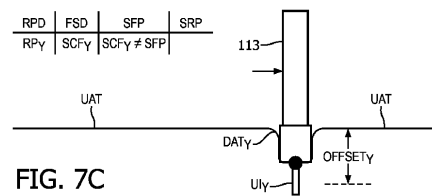


FIG. 7C

【 図 7 D 】

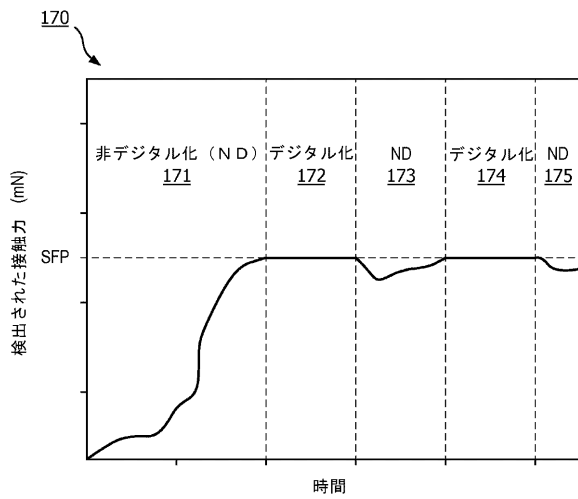


図 7 D

【 図 7 F 】

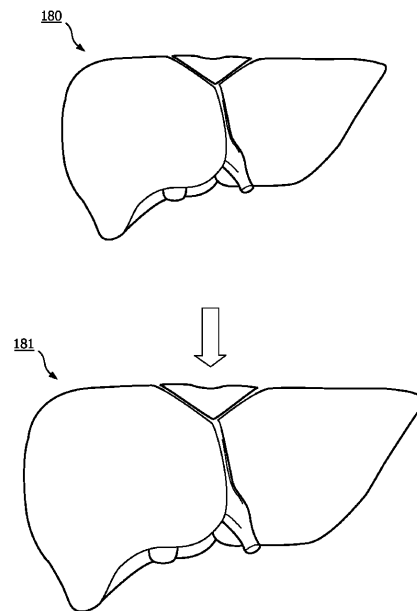


FIG. 7F

【 図 7 E 】

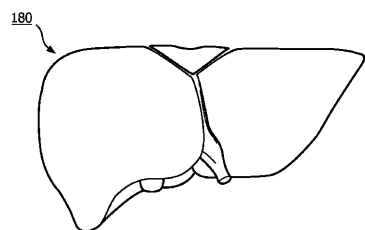


FIG. 7E

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2018/058379

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV. A61B90/00	A61B34/30	A61B5/00 G01B5/008 G01B3/00
ADD.		
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) A61B G01B G06T		
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		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2012/316827 A1 (WILKINSON MATTHEW TYLER [US] ET AL) 13 December 2012 (2012-12-13) paragraphs [0038] - [0042], [0049] - [0055] figures 6, 7, 9, 10 -----	1-5,9-14
X	US 2013/138404 A1 (CARONERA CARLOS [US] ET AL) 30 May 2013 (2013-05-30) paragraphs [0035] - [0072] figures 1, 3, 5-8, 10 -----	1-6,9-14
A	EP 2 179 703 A1 (BRAINLAB AG [DE]) 28 April 2010 (2010-04-28) figure 2 -----	1-15
A	DE 102 58 579 A1 (CARL MAHR HOLDING GMBH [DE]) 8 July 2004 (2004-07-08) figure 6 -----	1-15
	----- -/--	
<input checked="" 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		*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
E earlier application or patent but published on or after the international filing date		*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
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)		*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
O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		*Z* document member of the same patent family
P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 12 June 2018		Date of mailing of the international search report 20/06/2018
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 Mathis, Martin

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/058379

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2012/125811 A1 (SIEMENS CORP [US]; PALADINI GIANLUCA [US]) 20 September 2012 (2012-09-20) figures 7,8	1-15
E	----- US 2018/149460 A1 (MCGUIRE JONATHAN G [US] ET AL) 31 May 2018 (2018-05-31) the whole document -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/EP2018/058379**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.: **16-20**
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
see FURTHER INFORMATION sheet PCT/ISA/210
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 an 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 Application No. PCT/ EP2018/ 058379

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

Continuation of Box II.1

Claims Nos.: 16-20

The force sensed surface scanning method as defined in claims 16-20 comprise the steps of controlling a surface scanning of an anatomical organ by applying a contact force to the anatomical organ for constructing an intraoperative volume model of the anatomical organ. Hence, they relate to methods for treatment of the human or animal body by surgery. The International Searching Authority is not required to search such claims in terms of Rule 39.1(iv) PCT.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/058379

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2012316827	A1	13-12-2012	EP 2717731 A2	16-04-2014
			EP 3241455 A1	08-11-2017
			US 9752874 B1	05-09-2017
			US 2012316827 A1	13-12-2012
			US 2012316985 A1	13-12-2012
			US 2016196602 A1	07-07-2016
			WO 2012170884 A2	13-12-2012

US 2013138404	A1	30-05-2013	EP 2764498 A2	13-08-2014
			US 2013138404 A1	30-05-2013
			WO 2013081655 A2	06-06-2013

EP 2179703	A1	28-04-2010	EP 2179703 A1	28-04-2010
			EP 2455038 A2	23-05-2012
			US 2010100081 A1	22-04-2010
			US 2013218142 A1	22-08-2013
			US 2017281297 A1	05-10-2017

DE 10258579	A1	08-07-2004	NONE	

WO 2012125811	A1	20-09-2012	US 2013172739 A1	04-07-2013
			WO 2012125811 A1	20-09-2012

US 2018149460	A1	31-05-2018	US 2018149460 A1	31-05-2018
			WO 2018102448 A1	07-06-2018

フロントページの続き

(81)指定国・地域 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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

(72)発明者 ポポヴィッチ アレクサンドラ

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス 5

专利名称(译)	力感表面扫描系统，装置，控制器和方法		
公开(公告)号	JP2020512126A	公开(公告)日	2020-04-23
申请号	JP2019553341	申请日	2018-04-02
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦NV哥德堡		
[标]发明人	ポボヴィッチアレクサンドラ		
发明人	トポレク グジェゴジ アンドレイ ポボヴィッチ アレクサンドラ		
IPC分类号	A61B34/10 A61B34/32 A61B90/50		
CPC分类号	A61B5/0053 A61B5/4887 A61B5/6885 A61B34/30 A61B90/06 A61B2090/065 A61B2090/364 A61B2090/367 G01B3/008 G01B5/20 G06T7/33 G06T2207/10028 G06T2207/30004		
FI分类号	A61B34/10 A61B34/32 A61B90/50		
优先权	62/479815 2017-03-31 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

力感测表面扫描系统 (20) 采用扫描机器人 (41) 和表面扫描控制器 (50)。扫描机器人 (41) 包括表面扫描末端执行器 (43)，该表面扫描末端执行器 (43) 产生力感测数据，该数据指示表面扫描末端执行器 (43) 施加到解剖器官的接触力。在操作中，表面扫描控制器 (50) 通过包括产生力感测数据的表面扫描末端执行器 (43) 的表面扫描末端执行器 (43) 来控制解剖器官的表面扫描，并进一步构造术中体积响应于由表面扫描末端执行器 (43) 生成的力感测数据表示的解剖器官的模型，该力指示数据指示了解剖器官的定义的表面变形偏移。

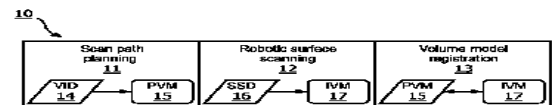


FIG. 1A

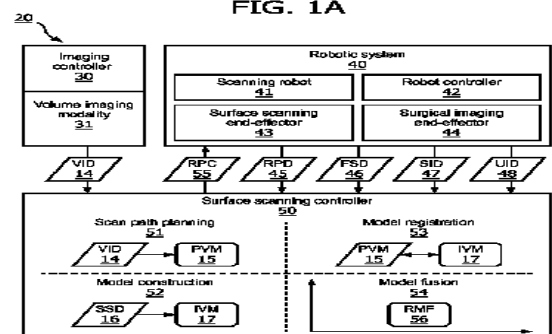


FIG. 1B