

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-58798

(P2020-58798A)

(43) 公開日 令和2年4月16日(2020.4.16)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/045 (2006.01)	A 6 1 B 1/045 6 1 O	4 C 1 6 1
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 6 5 4	
A 6 1 B 1/313 (2006.01)	A 6 1 B 1/045 6 2 O	
A 6 1 B 1/12 (2006.01)	A 6 1 B 1/313	
	A 6 1 B 1/12 5 1 O	
審査請求 未請求 請求項の数 11 O L 外国語出願 (全 19 頁)		

(21) 出願番号 特願2019-182734 (P2019-182734)
 (22) 出願日 令和1年10月3日(2019.10.3)
 (31) 優先権主張番号 16/152,209
 (32) 優先日 平成30年10月4日(2018.10.4)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)

(71) 出願人 511099630
 バイオセンス・ウェブスター・(イスラエル)・リミテッド
 Biosense Webster (Israel), Ltd.
 イスラエル国 2066717 ヨークナム、ハトヌファ・ストリート 4
 (74) 代理人 100088605
 弁理士 加藤 公延
 (74) 代理人 100130384
 弁理士 大島 孝文
 (72) 発明者 バディム・グリナー
 イスラエル国、2066717 ヨークナム、ハトヌファ・ストリート 4

最終頁に続く

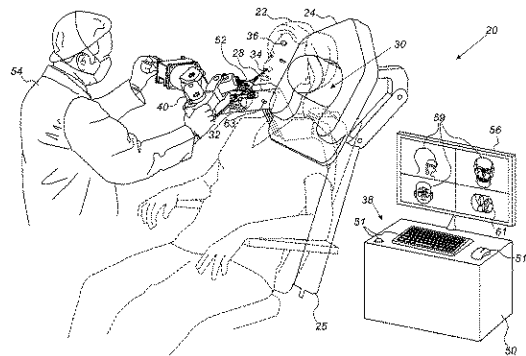
(54) 【発明の名称】 プローブの自動再挿入

(57) 【要約】

【課題】自動プローブシステムを提供すること。

【解決手段】一実施形態によれば、自動プローブシステムは、生体部位内に可逆的に挿入されるように構成されたプローブと、プローブに取り付けられており、プローブを操作するように構成されているロボットアームと、生体部位へのプローブの挿入及び再挿入中のプローブの動きを追跡するように構成された第1のセンサと、生体部位の動きを追跡するように構成された第2のセンサと、コントローラと、を備え、コントローラは、挿入中のプローブの追跡された動きに基づいて、生体部位内のプローブの挿入経路を計算し、生体部位の追跡された動きを補償しながら、計算された挿入経路に基づいてプローブの再挿入経路を計算し、計算された再挿入経路に従って生体部位内にプローブを再挿入するように、ロボットアームに制御コマンドを送信するように構成されている。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

自動プローブシステムであって、
生体部位に可逆的に挿入されるように構成されたプローブと、
前記プローブに取り付けられており、かつ前記プローブを操作するように構成されているロボットアームと、
前記生体部位内への前記プローブの挿入及び再挿入中に前記プローブの動きを追跡するように構成された第 1 のセンサと、
前記生体部位上に配設されており、前記生体部位内への前記プローブの前記挿入及び前記再挿入中の前記生体部位の動きを含む、前記生体部位の動きを追跡するように構成された第 2 のセンサと、
コントローラと、を備え、前記コントローラは、
前記挿入中の前記プローブの前記追跡された動きに基づいて、前記生体部位内の前記プローブの挿入経路を計算し、
前記生体部位の前記追跡された動きを補償しながら、前記計算された挿入経路に基づいて、前記プローブの再挿入経路を計算し、
前記挿入経路に沿って前記プローブを挿入し、続いて、前記生体部位から前記プローブを引き抜いた後、前記計算された再挿入経路に従って前記生体部位内に前記プローブを再挿入するように、前記ロボットアームに複数の制御コマンドを送信するように構成されている、システム。

10

20

【請求項 2】

前記コントローラは、前記生体部位内への前記プローブの前記挿入及び前記再挿入中の前記生体部位の前記追跡された動きを補償しながら、前記計算された挿入経路に基づいて、前記プローブの前記再挿入経路を計算するように構成されている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記コントローラは、
前記プローブの前記挿入中の前記生体部位の前記追跡された動きによって補償された、前記プローブの前記挿入中の前記プローブの前記追跡された動きに基づいて、前記生体部位内の前記プローブの動きが補償された挿入経路を計算し、
前記生体部位内の前記プローブの前記再挿入中の前記生体部位の前記追跡された動きによって更に補償された、前記動きが補償された挿入経路に基づいて、前記再挿入経路を計算するように構成されている、請求項 1 に記載のシステム。

30

【請求項 4】

前記プローブは、レンズを有する内視鏡を含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記コントローラは、前記内視鏡によって捕捉された画像を処理して、前記レンズを洗浄する必要があることを示す前記画像内のぼやけを検出するように構成されている、請求項 4 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記コントローラは、前記内視鏡によって捕捉された前記画像内の前記ぼやけを検出することに対応して、洗浄するために前記内視鏡を前記生体部位から除去するよう、前記ロボットアームにコマンドを送信するように構成されている、請求項 5 に記載のシステム。

40

【請求項 7】

前記内視鏡が前記生体部位から除去された後に、前記内視鏡の前記レンズを自動的に洗浄するように構成されたレンズ洗浄装置を更に備える、請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記コントローラは、前記レンズが自動的に洗浄されることに応答して、前記計算された再挿入経路に従って前記生体部位内に前記プローブを再挿入するよう、前記ロボットアームに前記複数の制御コマンドを送信するように構成されている、請求項 7 に記載のシス

50

テム。

【請求項 9】

前記コントローラは、前記内視鏡の前記レンズが洗浄を必要とするという通知を出力するように構成されている、請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記プローブの少なくとも一部は、可撓性であり、前記第 1 のセンサは、前記プローブの遠位端上に配設されている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 11】

プログラム命令が格納される非一時的なコンピュータ可読媒体を含むソフトウェア製品であって、前記命令が中央処理装置（CPU）によって読み取られると、前記 CPU に、
生体部位内のプローブの挿入経路を、前記生体部位内の前記プローブの挿入中の前記プローブの追跡された動きに基づいて計算することと、

前記生体部内への前記プローブの前記挿入及び前記再挿入中の前記生体部位の動きを含む、前記生体部位の追跡された動きを補償しながら、前記計算された挿入経路に基づいて、前記プローブの再挿入経路を計算することと、

前記挿入経路に沿って前記プローブを挿入し、続いて、前記生体部位から前記プローブを引き抜いた後、前記計算された再挿入経路に従って前記生体部位内に前記プローブを再挿入するように、前記プローブに取り付けられており、かつ前記プローブを操作するように構成されているロボットアームに複数の制御コマンドを送信することと、を行わせる、ソフトウェア製品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、侵襲的医療機器及び方法に関し、具体的には、限定されないが、可動身体部位へのプローブのロボット挿入に関する。

【背景技術】

【0002】

前置きとして、内視鏡は、他の用途の中でも脳外科手術又は副鼻腔拡張術で使用される場合がある。副鼻腔拡張術では、内視鏡は、様々な副鼻腔洞を通して鼻腔を介して挿入することができる。脳外科手術では、頭蓋骨を開けて腫瘍を除去する代わりに、鼻腔及び副鼻腔洞を介して内視鏡を挿入することができる。

【0003】

例えば、耳鼻咽喉（ear, nose, and throat、ENT）処置又は脳外科手術におけるロボットでの内視鏡の使用中に、内視鏡のレンズの前面は、典型的には、蒸気、血液、及び汚れで覆われ、内視鏡によって捕捉された画像の明瞭さが低減される。洗浄噴出口を有する内視鏡が存在するが、医師は、噴出口からの流体が患者に不快な思いをさせるため、これらを使用しないことを好むことが多い。むしろ医師は内視鏡を除去し、レンズの前面をガーゼで拭き、次いで内視鏡を再挿入する。

【0004】

富士フイルム株式会社の日本特許出願第 2012024518 号は、被験者の管状組織の中心線 L が、先に取得された被験者の三次元画像から取得され、管状組織の長手方向に沿って管状組織に挿入された内視鏡を動かしながら、捕捉された内視鏡画像を表示するシステムを記載している。管状組織の 1 つの特徴領域が表示された内視鏡画像内に表示されたとき、内視鏡の基準位置が入力され、1 つの特徴領域に対応する位置 Q1 が中心線 L 上に設定される。基準位置から更に動いた内視鏡の進行量及び進行方向が取得される。1 つの特徴領域に対応する位置 Q1 から中心線に沿って取得された進行方向の取得された動きの量だけ遠位の位置を現在位置 Q2 として計算し、計算された現在位置 Q2 を示すインジケータ M を中心線 L 上に表示する。

【0005】

米国公開特許出願第 2017/0303770 号は、内視鏡手術などにおける手術中に

内視鏡が引き出され、洗浄され、その後再挿入される直前の画角の設定を支援することができるように構成された内視鏡機器、及び内視鏡機器を動作させるための方法並びにプログラムを記載している。内視鏡機器によって捕捉された画像を記録し、捕捉された画像の特徴値を検出し、連続する画像の検出された特徴値間の差を取得し、その差が所定の閾値よりも大きいとき、捕捉された画像に指標を追加する。

【 0 0 0 6 】

オリンパスメディカルシステムズ株式会社の日本特許出願第 2 0 0 9 0 5 6 2 3 9 号は、被験者の体腔管の画像を捕捉するための内視鏡を含む内視鏡機器、被験者の三次元画像データに基づいて体腔の外側から被験者の内部の注目領域に内視鏡の遠位端を挿入するための挿入ルートを設定するためのルート設定手段、被験者の三次元画像データに基づいて体腔管の仮想内視鏡画像を作成するための仮想内視鏡画像作成手段、内視鏡の遠位端の位置を検出するための位置検出手段、内視鏡の遠位端を遠位端位置から注目領域に挿入するために、挿入ルートと部分的に重複する再挿入ルートを設定するための再挿入ルート設定手段、及び内視鏡によって捕捉された画像と、挿入ルートの仮想内視鏡画像と、再挿入ルートの仮想内視鏡画像とを合成するための画像処理手段を記載している。

【 0 0 0 7 】

A l e k s a n d r a らの米国公開特許出願は、内視鏡の第 1 の組の画像を第 2 の組の画像に登録するように構成された登録モジュールを含む誘導内視鏡ナビゲーションのシステム及び方法を記載している。選択モジュールは、第 1 の組の画像上の選択された関心領域を受信し、選択された関心領域を内視鏡座標フレームに変換するように構成されている。案内モジュールは、案内用具を第 2 の組の画像上に重ね合わせて、内視鏡のユーザが、選択された関心領域にナビゲートすることを可能にするように構成されている。

【 発明の概要 】

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

本開示の一実施形態によれば、自動プローブシステムであって、生体部位に可逆的に挿入されるように構成されたプローブと、プローブに取り付けられており、かつプローブを操作するように構成されているロボットアームと、生体部位内へのプローブの挿入及び再挿入中のプローブの動きを追跡するように構成された第 1 のセンサと、生体部位に配設されており、生体部位内へのプローブの挿入及び再挿入中の生体部位の動きを含む、生体部位の動きを追跡するように構成された第 2 のセンサと、コントローラと、を備え、コントローラは、挿入中のプローブの追跡された動きに基づいて生体部位内のプローブの挿入経路を計算し、生体部位の追跡された動きを補償しながら、計算された挿入経路に基づいてプローブの再挿入経路を計算し、挿入経路に沿ってプローブを挿入し、続いて、生体部位からプローブを引き抜いた後、生体部位の計算された再挿入経路内にプローブを再挿入するように、ロボットアームに複数の制御コマンドを送信するように構成されている、自動プローブシステムが提供される。

【 0 0 0 9 】

更に、本開示の一実施形態によれば、コントローラは、生体部位内へのプローブの挿入及び再挿入中の生体部位の追跡された動きを補償しながら、計算された挿入経路に基づいて、プローブの再挿入経路を計算するように構成されている。

【 0 0 1 0 】

また更に、本開示の一実施形態によれば、コントローラは、プローブの挿入中の生体部位の追跡された動きによって補償されたプローブの挿入中のプローブの追跡された動きに基づいて、生体部位におけるプローブの動きが補償された挿入経路を計算し、生体部位内へのプローブの再挿入中の生体部位の追跡された動きによって更に補償された、動きが補償された挿入経路に基づいて、再挿入経路を計算するように構成されている。

【 0 0 1 1 】

加えて、本開示の一実施形態によれば、プローブは、レンズを有する内視鏡を含む。

【 0 0 1 2 】

10

20

30

40

50

更に、本開示の一実施形態によれば、コントローラは、内視鏡によって捕捉された画像を処理して、レンズを洗浄する必要があることを示す画像内のぼやけを検出するように構成されている。

【0013】

更に、本開示の一実施形態によれば、コントローラは、内視鏡によって捕捉された画像内のぼやけを検出することに対応して、洗浄するために内視鏡を生体部位から除去するように、ロボットアームにコマンドを送信するように構成されている。

【0014】

また更に、本開示の一実施形態によれば、システムは、内視鏡が生体部位から除去された後に、内視鏡のレンズを自動的に洗浄するように構成されたレンズ洗浄装置を含む。

10

【0015】

加えて、本開示の一実施形態によれば、コントローラは、レンズが自動的に洗浄されることに応答して、生体部位の計算された再挿入経路内にプローブを再挿入するように、ロボットアームに複数の制御コマンドを送信するように構成されている。

【0016】

更に、本開示の一実施形態によれば、コントローラは、内視鏡のレンズが洗浄を必要とするという通知を出力するように構成されている。

【0017】

更に、本開示の一実施形態によれば、プローブの少なくとも一部は、可撓性であり、第1のセンサは、プローブの遠位端上に配設されている。

20

【0018】

本開示の一実施形態によれば、自動プローブ方法であって、生体部位内へのプローブの挿入及び再挿入中のプローブの動きを追跡することと、生体部位内へのプローブの挿入及び再挿入中の生体部位の動きを含む、生体部位の動きを追跡することと、挿入中のプローブの追跡された動きに基づいて、生体部位におけるプローブの挿入経路を計算することと、生体部位の追跡された動きを補償しながら、計算された挿入経路に基づいてプローブの再挿入経路を計算することと、挿入経路に沿ってプローブを挿入し、続いて、生体部位からプローブを引き抜いた後、生体部位の計算された再挿入経路内にプローブを挿入するように、プローブに取り付けられており、かつプローブを操作するように構成されているロボットアームに複数の制御コマンドを送信することと、を含む、自動プローブ方法も提供される。

30

【0019】

また更に、本開示の一実施形態によれば、再挿入経路の計算は、生体部位内へのプローブの挿入及び再挿入中の生体部位の追跡された動きを補償しながら、計算された挿入経路に基づいて実行される。

【0020】

加えて、本開示の一実施形態によれば、本方法は、プローブの挿入中の生体部位の追跡された動きによって補償されたプローブの挿入中のプローブの追跡された動きに基づいて、生体部位におけるプローブの動きが補償された挿入経路を計算することと、生体部位内へのプローブの再挿入中の生体部位の追跡された動きによって更に補償された、動きが補償された挿入経路に基づいて、再挿入経路を計算することと、を含む。

40

【0021】

更に、本開示の一実施形態によれば、プローブは、レンズを有する内視鏡を含む。

【0022】

更に、本開示の一実施形態によれば、本方法は、内視鏡によって捕捉された画像を処理して、レンズを洗浄する必要があることを示す画像内のぼやけを検出することを含む。

【0023】

また更に、本開示の一実施形態によれば、本方法は、内視鏡によって捕捉された画像内のぼやけを検出することに対応して、内視鏡を洗浄するために生体部位から除去するように、ロボットアームにコマンドを送信することを含む。

50

【 0 0 2 4 】

加えて、本開示の一実施形態によれば、本方法は、内視鏡が生体部位から除去された後に、内視鏡のレンズを自動的に洗浄することを含む。

【 0 0 2 5 】

更に、本開示の一実施形態によれば、生体部位内の計算された再挿入経路内にプローブを再挿入するように、ロボットアームに複数の制御コマンドを送信することは、レンズが自動的に洗浄されることに応答して実行される。

【 0 0 2 6 】

更に、本開示の一実施形態によれば、本方法は、内視鏡のレンズが洗浄を必要とするという通知を出力することを含む。

【 0 0 2 7 】

本開示の更に別の実施形態によれば、プログラム命令が格納されている、非一時的なコンピュータ可読媒体を含むソフトウェア製品であって、この命令は、中央処理装置（central processing unit、CPU）によって読み取られたときに、CPUに、生体部位内のプローブの挿入中のプローブの追跡された動きに基づいて、生体部位内のプローブの挿入経路を計算することと、生体部位内へのプローブの挿入及び再挿入中の生体部位内の動きを含む、生体部位の追跡された動きを補償しながら、計算された挿入経路に基づいてプローブの再挿入経路を計算することと、挿入経路に沿ってプローブを挿入し、続いて、生体部位からプローブを引き抜いた後、生体部位の計算された再挿入経路内にプローブを再挿入するように、プローブに取り付けられており、かつプローブを操作するように構成されているロボットアームに複数の制御コマンドを送信することと、を行わせる、非一時的なコンピュータ可読媒体を含むソフトウェア製品も提供される。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 8 】

本発明は、以下の詳細な説明を添付図面と併せ読むことで、理解されるであろう。

【図 1】本発明の一実施形態による、外科手術システムの概略図である。

【図 2】本発明の一実施形態による、外科手術システムで使用される磁場放射アセンブリの概略図である。

【図 3 A】例示的なプローブの概略断面側面図である。

【図 3 B】図 3 B のプローブの概略断面前面図である。

【図 3 C】本発明の一実施形態による、図 3 A 及び図 3 B のプローブに関連するベクトルを示す概略図である。

【図 4】本発明の一実施形態による、図 1 の外科手術システムの動作において実施される例示的なステップを含むフローチャートである。

【図 5】本発明の一実施形態による、フローチャートの実施中に使用される画面の概略図である。

【図 6】図 1 の外科手術システムで使用方法における例示的なステップを含むフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 9 】

概説

前置きとして、医療処置中に医師によって内視鏡を慎重に操作する必要がある。しかしながら、医師は一般に、他の外科的作業のために両手を自由にする必要がある。したがって、医師は、内視鏡を保持し、案内するように助手に依頼する場合がある。内視鏡を保持及び案内する作業は、正確かつ迅速に実行することが困難である可能性がある。ロボットは、内視鏡を把捉し、必要に応じて内視鏡を定位置に保持することによってこの作業を容易にすることができ、それによって、取り扱いが多少容易になる。それにもかかわらず、（例えば洗浄のための）内視鏡の除去及び（例えば洗浄後の）再挿入は、ロボットの助けを借りたとしても、内視鏡の先端がたどる経路は曲がりくねっていることが多く、患者の頭部又は別の身体部位の動きによって更に複雑になる可能性があるため単純ではない場合

がある。

【 0 0 3 0 】

したがって、本発明の実施形態によれば、以下でより詳細に説明するように、ロボットを使用して内視鏡を操作し、内視鏡の自動除去、例えば、身体部位の動きを追跡すると共に、身体部位内の内視鏡の挿入中の内視鏡の動きを追跡することに基づいて、内視鏡のレンズの洗浄、及び（レンズが洗浄された後の）内視鏡の自動再挿入を容易にする。

【 0 0 3 1 】

生体部位内の内視鏡の挿入経路は、挿入中の内視鏡の追跡された動きに基づいて計算される。内視鏡の最初の挿入中、ロボットは、抵抗がほとんどないように設定することができ、その結果、内視鏡は、例えば、医師によって手動で挿入され得、内視鏡が身体部位内に正しく位置決めされると、ロボットのアームは用具を定位置に保持するために固定される。いくつかの実施形態では、内視鏡を挿入する自動化された方法を採用することができる。

10

【 0 0 3 2 】

内視鏡レンズが洗浄を必要としたとき、内視鏡は、身体部位の追跡された動きを補償しながら、追跡された挿入経路に基づいて、ロボットによって除去され得る。レンズが洗浄された後、内視鏡は、生体部位の追跡された動きを補償しながら、計算された挿入経路に基づいて再挿入経路に沿ってロボットによって再挿入してもよい。ロボットがたどる経路は、内視鏡の追跡された動きと身体部位の追跡された動きに基づいており、その結果、内視鏡の挿入、除去、及び／若しくは再挿入中、並びに／又は内視鏡の挿入、除去、及び／若しくは再挿入間のいかなる時間に、身体部位が動いたとしても、身体部位の動きは、除去及び再挿入経路を計算するときに補償される。代替的に、本明細書に記載される機器及び方法を使用する内視鏡の自動除去及び再挿入は、必ずしも内視鏡レンズの洗浄に関連しない他の目的のために実行してもよい。

20

【 0 0 3 3 】

蒸気、血液、又は他の物質によるレンズのぼやけは、コントローラによって自動的に、又は内視鏡によって捕捉された画像がぼやけたことを観察する医師によって検出され得る。内視鏡の除去は、典型的には、レンズがぼやけたことを検出したことに応答して、又は医師によって行われる手動選択に基づいて自動的に実行される。いくつかの実施形態では、内視鏡は、医師によって手動で除去され得る。レンズは、ウォータージェット及び／又は他の洗浄用具を使用してロボットによって自動的に洗浄してもよい。代替的に、レンズは、例えば、レンズをガーゼで拭くことによって、医師によって手動で洗浄してもよい。

30

【 0 0 3 4 】

上記の実施形態は、内視鏡に関して説明されているが、本発明の実施形態はまた、身体部位内の任意の好適なプローブの自動除去及び／又は再挿入を提供するように実施してもよい。

【 0 0 3 5 】

システムの説明

参照により本明細書に援用される文書は本出願の一体部分と見なされるべきであり、いずれかの用語が、それらの援用された文書内で、本明細書で明示的又は暗示的に行われる定義と相反するように定義される場合を除き、本明細書における定義のみが考慮されるべきである。

40

【 0 0 3 6 】

ここで図面を参照すると、本発明の一実施形態による、外科手術システム 20 の概略図である図 1 と、システム 20 で使用される磁場放射アセンブリ 24 の概略図である図 2 と、が参照される。外科手術システム 20 は、典型的には、患者 22 の鼻洞又は別の身体部位（脳など）の侵襲的及び／又は治験的処置中に使用される。

【 0 0 3 7 】

処置のために、磁場放射アセンブリ 24 は、例えば、患者が座っている（又は横たわっている）椅子 25（又はベッド）にアセンブリ 24 を固定することによって、患者 22 の

50

頭部の後方及び／又は周囲に位置決めしてもよい。図示された実施例における磁場放射アセンブリ 24 は、馬蹄形のフレーム内に固定された 5 つの磁場放射器 26 を含み、フレームは患者 22 の下位又は周囲に位置決めされ、その結果、磁界放射器 26 は患者 22 の頭部を取り囲む。代替的に、より少ない又はより多くの数の放射器 26 は、様々な異なる構成で使用してもよい。磁場放射器 26 は、磁場放射アセンブリ 24 に近接し、患者 22 の頭部を含む領域 30 内にそれぞれの周波数で交流磁場を放射するように構成されている。交流磁場は、センサ 32 及びセンサ 36 内に信号を誘導する。センサ 32 は、プローブ 28 の動きを追跡するために、プローブ 28 上に配設されて示されている。プローブ 28 は、プローブ 28 を操作するように構成されているロボットアーム 40 に取り付けられ、かつそれによって保持されている。センサ 36 は、患者 22 の頭部の動きを追跡するために、患者 22 の額上に配設されて示されている。

10

【0038】

各センサ 32、36 は、典型的には、一組の 3 つの直交コイルを含み、信号は、コントローラ 38 によって分析して、磁場放射アセンブリ 24 に対するセンサ 32、36 の場所及び配向を導出することができる。センサ 32、36 の場所及び配向は、領域 30 内のセンサの実質的にあらゆる位置決めに対して決定され得ることが理解されるであろう。

【0039】

以下により詳細に記載されるように、センサ 32 は、プローブ 28 に取り付けられ、センサ 32 の場所及び配向を判定することにより、患者 22 の生体部位に可逆的に挿入され得るプローブ 28 の遠位端 34 の場所及び配向を追跡することができる。センサ 32 は、生体部位内へのプローブ 28 の（例えば、プローブ 28 の洗浄後の）挿入及び再挿入中のプローブ 28 の動きを追跡するように構成されている。プローブ 28 が剛性プローブである場合、センサ 32 は、一般に、プローブ 28 の任意の好適な部分（例えば、プローブ 28 の遠位端 34 又は近位端 52 上）に、及び／又はプローブ 28 を保持しているロボットアーム 40 上に配設してもよい。プローブ 28 の遠位端 34 が可撓性である場合、センサ 32 は、一般に、プローブ 28 の遠位端 34 の動きを正確に追跡するために、プローブ 28 の遠位端 34 上に配設される。あくまで一例として、プローブ 28 は、レンズを有する内視鏡を含んでもよい。

20

【0040】

同様に、センサ 36 の場所及び配向を判定することにより、患者 22 の生体部位（例えば、頭部）の場所及び配向を追跡することが可能になる。したがって、センサ 36 は、生体部位内へのプローブ 28 の挿入及び再挿入中の生体部位の動きを含む、生体部位の動きを追跡するように構成されている。センサ 36 は、患者 22 の額上に配設されているものとして図 1 に示されている。センサ 36 は、患者 22 の動きを追跡するために、患者 22 の任意の他の好適な身体部位上に配設してもよい。

30

【0041】

患者に挿入されたエンティティを追跡するための磁場放射器 26 のような磁場放射器を使用するシステムは、参照により本明細書に組み込まれる Govari の米国特許公開第 2016/0007842 号に記載されている。Biosense Webster（33 テクノロジードライブ、アーバイン、CA 92618 USA）製の Carto（登録商標）システムは、磁場によって照射される領域内のコイルの場所及び配向を見出すために、本明細書で説明したものと同様の追跡システムを使用する。

40

【0042】

ロボットアーム 40 は、一般に、固有のロボット座標系を有する。ロボット座標系は、磁場放射器 26 の磁気座標系に登録されており、その逆も可能である。ロボット座標系の磁気座標系への登録は、例えば、ロボットアーム 40、又はロボットアーム 40 に取り付けられたプローブ 28 を、磁場放射器 26 に対して既知の 1 つ若しくは 2 つ以上の場所に、例えば、磁場放射アセンブリ 24 上の場所、又はセンサ 36、若しくは患者 22 の 1 つ以上の別の既知の場所に移動させることによって実行することができる。ロボット座標系の磁気座標系への登録が実行されると、磁気座標系の場所は、ロボットアーム 40 を正し

50

く操作するために、ロボット座標系に変換することができる。

【 0 0 4 3 】

放射器 2 6 を含むシステム 2 0 の要素は、コントローラ 3 8 によって制御してもよく、1 つ又は 2 つ以上のメモリと通信する処理装置を備えている。典型的に、この要素は、ケーブルによってコントローラ 3 8 に接続してもよく、例えば、放射器 2 6 はケーブル 5 8 によってコントローラ 3 8 に接続してもよい。代替的に、又は追加的に、この要素は、コントローラ 3 8 に無線で接続することができる。コントローラ 3 8 は、キーパッド、及び / 又はマウス若しくはトラックボールなどの位置指示装置を典型的に含む、動作制御装置 5 1 を含むコンソール 5 0 内に搭載することができる。コンソール 5 0 はまた、プローブ 2 8 の近位端 5 2 など、外科手術システム 2 0 の他の要素に接続される。医師 5 4 は、処置を実行しつつ、動作制御装置 5 1 を使用してコントローラ 3 8 と対話し、コントローラ 3 8 は、システム 2 0 によって生じた結果を表示画面 5 6 上に提示することができる。図 1 で、表示画面 5 6 は、医師 5 4 が身体部位内のプローブ 2 8 を案内する助けとして使用され得る、以前の C T スキャン（又は他の好適なスキャン）の様々な視点 5 9 を表示している。表示画面 5 6 はまた、プローブ 2 8 によって捕捉された画像 6 1 を示す。

10

【 0 0 4 4 】

実際には、コントローラ 3 8 のこれらの機能の一部又は全ては、単一の物理的構成要素内で組み合わせられてもよく、又は代替的に、複数の物理的構成要素を使用して実現してもよい。これらの物理的構成要素は、有線若しくはプログラム可能な装置、又は 2 つの組み合わせを含み得る。いくつかの実施形態では、処理回路の機能の少なくとも一部は、好適なソフトウェアの制御下でプログラム可能なプロセッサによって実行してもよい。このソフトウェアは、例えば、ネットワークを経由して電子形態で装置にダウンロードすることができる。代替的に、又は追加的に、ソフトウェアは、光学的、磁氣的、又は電子的メモリなどの、有形の非一時的なコンピュータ可読記憶媒体に記憶してもよい。

20

【 0 0 4 5 】

外科手術システム 2 0 はまた、内視鏡がプローブ 2 8 内に含まれるときに内視鏡のレンズを自動的に洗浄するように構成されたレンズ洗浄装置 6 3 を含んでもよい。レンズ洗浄装置 6 3 は、レンズ上に水を噴霧するためのウォータジェット噴霧器、又はレンズを好適な材料、例えば、限定するものではないが、一片のガーゼで拭くワイパを含んでもよい。レンズ洗浄装置 6 3 は、ロボットアーム 4 0 上に配設してもよい。代替的に、又は追加的に、レンズ洗浄装置 6 3 は、プローブ 2 8 が生体部位から除去されたときに作動することができる、例えばジェット噴霧器により、プローブ 2 8 の一部として実現してもよい。

30

【 0 0 4 6 】

図 3 A ~ 図 3 C、図 4、図 5 は、プローブ 2 8 を剛性プローブとして描写し、センサ 3 2 をプローブ 2 8 の任意の好適な部分に固定することができる可動センサとして描写しており、したがってセンサ 3 2 の場所は、好適な較正が実行されるまで最初はプローブ 2 8 の遠位端 3 4 を示さない。いくつかの実施形態では、外科手術システム 2 0 は、センサ 3 2 がプローブ 2 8 と一体化されている場合、及び / 又はプローブ 2 8 の遠位端 3 4 に対するセンサ 3 2 の位置が既知である場合に実現することができる。他の実施形態では、センサ 3 2 は、ロボットアーム 4 0 上に配設してもよく、そのような場合、センサ 3 2 の場所は、好適な較正が実行されるまで最初はプローブ 2 8 の遠位端 3 4 を示さない。

40

【 0 0 4 7 】

図 3 A は、本発明の一実施形態による、プローブ 2 8 の概略断面側面図であり、図 3 B は、プローブ 2 8 の概略断面前面図であり、図 3 C は、プローブ 2 8 に関連するベクトルを示す概略図である。プローブ 2 8 の以下の説明では、プローブ 2 8 は、長手方向対称軸 6 2 を有する剛性円筒 6 0 を含むと想定されている。図 3 A 及び図 3 B では、プローブ 2 8 は、長手方向対称軸 6 2 が z 軸を規定している一組の x y z 直交軸上に描かれている。明確にするために、図 3 A 及び図 3 B では、プローブ 2 8 の x y z 軸は、円筒 6 0 からずらして描かれている。

【 0 0 4 8 】

50

センサ 3 2 は、センサ 3 2 を完全に封入するように典型的にはプラスチックから形成されているセンサホルダ 6 4 によって円筒 6 0 に固定されている。本明細書で説明するように、センサ 3 2 と交互作用する磁場に応答して生成されたセンサ 3 2 からの信号は、センサ 3 2 の場所及び配向を決定するために使用される。センサ 3 2 から信号を伝達する導線を、プローブ 2 8 の近位端 5 2 に接続し、そこからコンソール 5 0 に接続することができる。図 3 A 及び図 3 B には導線が図示されていない。

【 0 0 4 9 】

センサ 3 2 は、センサ方向 7 0、典型的には、必須ではないが、センサ 3 2 の内部対称軸の方向を有すると想定されている。また、本明細書で言及される配向は、磁場放射器 2 6 によって規定された基準フレームに対するセンサ方向の配向である（図 2）。センサ 3 2 のセンサ方向 7 0 は、図 3 A 及び図 3 C に矢印として概略的に示されている。

10

【 0 0 5 0 】

センサホルダ 6 4 は、穴 6 8 を有するように製造されており、この穴は、円筒 6 0 の直径と実質的に同じ直径を有するが、ホルダ 6 4 と円筒 6 0 との間に滑り嵌めが存在するように十分に異なるように形成されている。ホルダ 6 4 が製造されるとき、穴 6 8 の中心は、センサ 3 2 から既知の距離 A になるように作製される。A の典型的な値は 0 . 5 c m であるが、A は、この値よりも小さくても大きくてもよい。様々な直径を有する用具に合わせた寸法の穴を有する一連のセンサホルダを構築することができる。加えて、ホルダ 6 4 に含まれることにより、穴 6 8 の中心は、センサ方向 7 0 に対して既知の配向 θ を有する。したがって、図 3 C に示すように、センサ 3 2 から穴 6 8 の中心までの、本明細書ではベクトル V と呼ばれる既知の変位ベクトル（A、 θ ）が存在する。

20

【 0 0 5 1 】

穴 6 8 は、典型的にはベクトル V に直交する対称軸 6 9 を有し、この対称軸は、ホルダ 6 4 が製造されるときに形成することにより、ベクトル V に対して既知の方向 ϕ を有する（図 3 C）。

【 0 0 5 2 】

以下にも記載されるように、システム 2 0 を動作させる際、センサホルダ 6 4 の穴 6 8 は、円筒 6 0 上で摺動され、ホルダ 6 4 は、ホルダ 6 4 が近位端 5 2 に近いときに円筒 6 0 に固定される。円筒 6 0 を穴 6 8 内に摺動させる際、軸 6 9 及び 6 2 は一致し、方向 ϕ も一致することが理解されるであろう。ホルダ 6 4 は、医師 5 4 によって把捉することのできるヘッドを有する止めねじ 7 2 を含む（図 1）。医師 5 4 は、ヘッドを使用して、止めねじを手で締め付け、円筒 6 0 に沿った所望の位置にホルダ 6 4 を固定することができる。センサ 3 2 の中心から遠位端 3 4 までの距離は、距離 B であると仮定される。距離 B は距離 A とは異なり、センサホルダ 6 4 が円筒 6 0 に固定されたときには不明であるが、システム 2 0 の動作において後述するように、コントローラ 3 8 は、距離 B を計算することができる。

30

【 0 0 5 3 】

図 4 は、本発明の一実施形態による、外科手術システム 2 0 の動作において実施される例示的なステップを含むフローチャートであり、図 5 は、フローチャートの実施中の表示画面 5 6 の概略図である。フローチャートのステップはまた、図 1、図 2、図 3 A、図 3 B、及び図 3 C に示されている。

40

【 0 0 5 4 】

最初のステップ 1 0 0 では、患者 2 2 の頭部がコンピュータ断層撮影（computerized tomography、CT）によってスキャンされ、本明細書では、一例として X 線透視 CT であると想定され、スキャンした CT データはコントローラ 3 8 によって取得される。患者 2 2 の CT スキャンは、外科処置に対応する、フローチャートの残りのステップの実施とは独立して実行することができる。典型的には、ステップ 1 0 0 は、外科処置の以下の外科的ステップの数日前に実行してもよい。

【 0 0 5 5 】

第 1 の処置ステップ 1 0 2 では、患者 2 2 の頭部の下位又は後方に、放射アセンブリ 2

50

4 が装着される。次に、放射器 2 6 が動作し、登録ステップ 1 0 4 で、放射器 2 6 の基準フレームが被験者の頭部の基準フレームに登録される。位置合わせは、典型的には、例えば、センサ 3 6 などの磁場センサコイルを、又はそのようなコイルの群を、患者 2 2 の外部特徴部及び放射器 2 6 を保持する磁場放射アセンブリ 2 4 を基準にして 1 つ以上の既知の場所に及び配向で配置することによって、当技術分野で既知の任意の手段により実行される。

【 0 0 5 6 】

最初の表示ステップ 1 0 6 では、コントローラ 3 8 は、ステップ 1 0 0 で受信した C T データを使用して、本明細書では患者 2 2 の外部特徴部の画像 1 5 0 とも称される表示 1 5 0 を生成する。C T データは、ハウンスフィールド単位 (Hounsfield units、H U) を有するボクセル形態であり、患者 2 2 の外部特徴部の画像 1 5 0 は、ボクセル値及びそれらの H U 値から生成される。コントローラ 3 8 は、表示画面 5 6 上に画像 1 5 0 を表示し、図 5 は、表示画面 5 6 上に表示された画像 1 5 0 を概略的に示す。

10

【 0 0 5 7 】

動作ステップ 1 0 8 では、医師は、センサホルダ 6 4 の穴 6 8 をプローブ 2 8 の剛性円筒 6 0 上で摺動させ、次いで、医師 5 4 は、止めねじ 7 2 を使用して、センサホルダをプローブ 2 8 の近位端 5 2 付近で定位置にロックする。ホルダ 6 4 が定位置にロックされると、ロボットアーム 4 0 は、医師 5 4 によるロボットアーム 4 0 の手動の動きを可能にするモードに設定される。医師 5 4 は、プローブ 2 8 の遠位端 3 4 を、患者 2 2 の外部特徴部のうちの選択された領域、例えば、患者の鼻の側部領域と接触させる。

20

【 0 0 5 8 】

遠位端 3 4 を位置決めすると、センサホルダ 6 4 及びその中に封入されたセンサ 3 2 が領域 3 0 に入り、その結果、コントローラ 3 8 は、センサ 3 2 の場所及び配向を計算することができる。いったんこの計算がコントローラ 3 8 によって実行されると、コントローラは、センサ方向 7 0 を表すアイコン 1 5 2 を、典型的には、表示画面 5 6 上で画像 1 5 0 に近接して導入する。アイコン 1 5 2 は、センサ 3 2 の場所及び配向に従って、表示画面 5 6 上に配置され、配向される。このセンサの場所及び配向は、画像 1 5 0 及び磁場放射器 2 6 の共通の基準フレーム内で、センサ信号から決定される。

【 0 0 5 9 】

医師 5 4 がプローブ 2 8 を操作しているという事実により、医師 5 4 は、センサ 3 2 の実際の場所及び配向を認識している。アイコン 1 5 2 の場所及び配向とセンサ 3 2 の実際の場所及び配向との比較は、外科手術システム 2 0 の正確な動作の確認を医師 5 4 に提供する。

30

【 0 0 6 0 】

校正ステップ 1 1 0 では、医師 5 4 は、典型的には制御装置 5 1 を使用することによって、プローブ 2 8 の遠位端 3 4 が患者 2 2 の外部特徴部と接触していることをコントローラ 3 8 に通知する。通知を受信すると、コントローラ 3 8 は、センサ 3 2 の既知の場所で 2 つの平行移動を実行する。第 1 の平行移動は、ベクトル $V(A, \theta)$ 、(図 3 C) に対応し、その結果、コントローラ 3 8 は、センサ 3 2 の場所を、 θ によって規定された方向に沿って値 A だけ、軸 6 2 上の点 P に平行移動する (図 3 A)。点 P に対応する点 P' は、第 1 の平行移動の終了を示すために、図 5 に描かれている。典型的には、点 P' は画面 5 6 上には描かれていない。

40

【 0 0 6 1 】

コントローラ 3 8 は、点 P から、方向 ϕ に対応する方向に第 2 の平行移動を実行する。軸 6 9 及び 6 2 は一致しているため、第 2 の平行移動は、軸 6 2 に沿った平行移動に対応する方向である。コントローラ 3 8 は、画像 1 5 0 のデータを使用して、第 2 の平行移動の実際の長さを決定する。この決定は、軸 6 9 に沿った方向 ϕ に動く点 P が患者 2 2 の外面と接触する場所を画像データから決定することにより行われる。外部表面との接触は、画像内で測定される放射密度の少なくとも所定の変化が存在するとき、例えば、画像データのハウンスフィールド単位の値の変化が存在するときに発生する。変更上好適な値は 2

50

00～500ハウンスフィールド単位である。この接触は、軸62上の点Qで行われると想定される。点Qは、ここでは点Pから既知の距離Bにあり、したがって、第2の平行移動は、本明細書ではベクトルWとも呼ばれ、図3Cに示されているベクトル(B)φに対応する。

【0062】

点Qの位置の計算はCT画像データを使用するが、画像150は患者22の実際の外部特徴部と位置合わせされているので、点Qは患者22の実際の外部点と対応していることが理解されよう。

【0063】

較正ステップの終了時に、コントローラ38は、画面56からアイコン152を削除し、点Qに対応する画像150上の位置にアイコン154を位置決めする。アイコン154の場所及び配向と遠位端34の実際の場所及び配向との比較は、較正ステップの正しい完了の確認を医師54に提供する。

【0064】

較正ステップの2つの平行移動、V+Wの合計は、コントローラ38によって格納されたベクトルである。

【0065】

継続追跡ステップ112では、コントローラ38は、遠位端34の場所を決定するために、ステップ110で格納されたベクトルをセンサ32の場所に追加する。遠位端34の配向は方向φに対応し、これはまた、センサ32を追跡する際にコントローラ38によって決定される。したがって、コントローラ38は、センサ32の場所及び配向を決定することによって、遠位端34の場所及び配向を計算することができる。コントローラ38は、表示画面56上の遠位端34の場所及び配向に対応するアイコンを位置決めすることができる。いくつかの実施形態では、遠位端34が患者22内にある場合、アイコンを不明瞭にし得る画像150の外部特徴部は、少なくとも部分的に透明にされる。患者22の解剖学的特徴に対する遠位端34の位置は、位置合わせされた画像上の座標に対する遠位端34の計算された位置に基づいて導出され得る。上記のように、プローブ28の遠位端34は、捕捉されたCT又は他の画像内のアイコンの動きを観察することによって、患者22の身体部位内の所望の場所まで案内してもよい。

【0066】

いくつかの実施形態では、プローブ28の遠位端34は、好適な経路探索アルゴリズムに基づいて、ロボットアーム40によって身体部位に自動的に案内してもよい。例示的なアルゴリズムは、Glinerらの米国公開特許出願第2017/0056112A1号を参照して説明されており、これは参照により本明細書に組み込まれる。

【0067】

ここで図6を参照すると、図1の外科手術システム10で使用するための方法における例示的なステップを含むフローチャートである。また、図1を参照する。センサ32は、生体部位内へのプローブ28の挿入及び再挿入中のプローブ28の動きを追跡する(ブロック200)ように構成されている。生体部位上に配設されたセンサ36は、生体部位内へのプローブ28の挿入及び再挿入中の生体部位の動きを含む、生体部位の動きを追跡する(ブロック202)ように構成されている。

【0068】

コントローラ38は、挿入中のプローブ28の追跡された動きに基づいて、プローブ28の挿入経路を生体部位内で計算する(ブロック204)ように構成されている。いくつかの実施形態では、コントローラ38は、プローブ28の挿入中の生体部位の追跡された動きによって補償された、プローブ28の挿入中のプローブ28の追跡された動きに基づいて、生体部位内のプローブ28の動きが補償された挿入経路を計算するように構成されている。

【0069】

いくつかの実施形態によれば、コントローラ38は、プローブ28に含まれる内視鏡に

10

20

30

40

50

よって捕捉された画像を処理して、内視鏡のレンズを洗浄する必要があることを示す画像のうちの1つ又は2つ以上におけるぼやけを検出する（ブロック206）ように構成されている。ぼやけを検出することは、画像（複数可）の高速フーリエ変換を使用し、低周波数及び高周波数の分布を調べることで実行することができ、高周波の量が少ない場合、画像（複数可）がぼやけていることを示している可能性がある。コントローラ38は、内視鏡のレンズが表示画面56への洗浄を必要とするという通知を出力する（ブロック208）ように構成してもよい。

【0070】

他の実施形態によれば、医師54は、表示画面56上に表示された画像61のぼやけを観察することに基づいて、レンズが汚れていることを検出することができる。

10

【0071】

いくつかの実施形態によれば、コントローラ38は、内視鏡によって捕捉された画像内のぼやけを検出したことに応答して、又は動作制御装置51を介して医師54によって実行された選択に応答して、洗浄するためにプローブ28（内視鏡を含む）を生体部位から除去するように、ロボットアーム40にコマンドを送信する（ブロック210）ように構成されている。ロボットアーム40は、計算された挿入経路に従ってプローブ28を除去するように構成されている。これは、挿入経路の各区分が最初に記録された時から現在まで、生体部位の追跡された動きによって調整されるように行われる。いくつかの実施形態によれば、プローブ28は医師54によって手動で除去してもよい。

【0072】

内視鏡が生体部位から除去された後、レンズ洗浄装置63は、内視鏡が生体部位から除去された後に内視鏡のレンズを自動的に洗浄する（ブロック212）ように構成されている。いくつかの実施形態によれば、医師54は、あくまで一例として、一片のガーゼ及び/又はウォータージェットで内視鏡レンズを手動で洗浄する。

20

【0073】

センサ32及びセンサ36は、プローブ28の再挿入中の生体部位の新たな動きに合わせて継続的に調整するように、生体部位内へのプローブ28の再挿入中のプローブ28及び生体部位の動きを追跡し続ける（ブロック214）ように構成されている。

【0074】

コントローラ38は、生体部位の追跡された動きを補償しながら、計算された挿入経路に基づいてプローブ28の再挿入経路を計算する（ブロック216）ように構成されている。いくつかの実施形態によれば、コントローラ38は、生体部位内へのプローブ28の挿入及び現在の再挿入中に、生体部位の追跡された動きを補償しながら、計算された挿入経路に基づいてプローブ28の再挿入経路を計算するように構成されている。他の実施形態によれば、コントローラ38は、生体部位内へのプローブ28の現在の再挿入中の生体部位の追跡された動きによって更に補償された、動きが補償された挿入経路に基づいて再挿入経路を計算するように構成されている。

30

【0075】

挿入経路に沿ってプローブ28を挿入し、続いて、生体部位からプローブ28を引き抜いた後、コントローラ38は、計算された再挿入経路に従って生体部位内にプローブ28を再挿入するように、ロボットアーム40に制御コマンドを送信する（ブロック218）ように構成されている。ブロック218のステップは、レンズ洗浄装置63によって自動的に洗浄されたレンズに応答して、又は動作制御装置51を介して医師54から手動選択を受信したことに応答して実行してもよい。

40

【0076】

ブロック214、216、及び218のステップは、典型的には同時に実行される。例えば、プローブ28がロボットアーム40によって生体部位内に再挿入されるとき、生体部位の動きは継続的に追跡され、再挿入経路は、生体部位の追跡された動きを補償するために継続的に修正される。同様に、コントローラ38は、再挿入経路の直近の計算に従ってプローブ28を再挿入するように、ロボットアーム40に制御コマンドを継続的に送信

50

する。

【 0 0 7 7 】

本発明の様々な特徴は、明確性のために別個の実施形態の文脈において記載されているが、これはまた、単一の実施形態において組み合わせられてもよいことが理解されるであろう。逆に、説明を簡単にするために単一の実施形態との関連において述べられる本発明の様々な特徴が、別々に又は任意の好適な部分的組み合わせとして提供される場合もある。

【 0 0 7 8 】

上に述べた実施形態は例として挙げたものであり、本発明は上記に具体的に示し説明したものに限定されない。むしろ、本発明の範囲は、本明細書で上記された様々な特徴の組み合わせ及び部分的組み合わせの両方、並びに前述の説明を一読すると当業者が想起すると思われる、先行技術に開示されていないそれらの変形及び改変を含む。

【 0 0 7 9 】

〔実施の態様〕

(1) 自動プローブシステムであって、

生体部位に可逆的に挿入されるように構成されたプローブと、

前記プローブに取り付けられており、かつ前記プローブを操作するように構成されているロボットアームと、

前記生体部位内への前記プローブの挿入及び再挿入中に前記プローブの動きを追跡するように構成された第 1 のセンサと、

前記生体部位上に配設されており、前記生体部位内への前記プローブの前記挿入及び前記再挿入中の前記生体部位の動きを含む、前記生体部位の動きを追跡するように構成された第 2 のセンサと、

コントローラと、を備え、前記コントローラは、

前記挿入中の前記プローブの前記追跡された動きに基づいて、前記生体部位内の前記プローブの挿入経路を計算し、

前記生体部位の前記追跡された動きを補償しながら、前記計算された挿入経路に基づいて、前記プローブの再挿入経路を計算し、

前記挿入経路に沿って前記プローブを挿入し、続いて、前記生体部位から前記プローブを引き抜いた後、前記計算された再挿入経路に従って前記生体部位内に前記プローブを再挿入するように、前記ロボットアームに複数の制御コマンドを送信するように構成されている、システム。

(2) 前記コントローラは、前記生体部位内への前記プローブの前記挿入及び前記再挿入中の前記生体部位の前記追跡された動きを補償しながら、前記計算された挿入経路に基づいて、前記プローブの前記再挿入経路を計算するように構成されている、実施態様 1 に記載のシステム。

(3) 前記コントローラは、

前記プローブの前記挿入中の前記生体部位の前記追跡された動きによって補償された、前記プローブの前記挿入中の前記プローブの前記追跡された動きに基づいて、前記生体部位内の前記プローブの動きが補償された挿入経路を計算し、

前記生体部位内の前記プローブの前記再挿入中の前記生体部位の前記追跡された動きによって更に補償された、前記動きが補償された挿入経路に基づいて、前記再挿入経路を計算するように構成されている、実施態様 1 に記載のシステム。

(4) 前記プローブは、レンズを有する内視鏡を含む、実施態様 1 に記載のシステム。

(5) 前記コントローラは、前記内視鏡によって捕捉された画像を処理して、前記レンズを洗浄する必要があることを示す前記画像内のぼやけを検出するように構成されている、実施態様 4 に記載のシステム。

【 0 0 8 0 】

(6) 前記コントローラは、前記内視鏡によって捕捉された前記画像内の前記ぼやけを検出することに応答して、洗浄するために前記内視鏡を前記生体部位から除去するよう、

前記ロボットアームにコマンドを送信するように構成されている、実施態様 5 に記載のシステム。

(7) 前記内視鏡が前記生体部位から除去された後に、前記内視鏡の前記レンズを自動的に洗浄するように構成されたレンズ洗浄装置を更に備える、実施態様 6 に記載のシステム。

(8) 前記コントローラは、前記レンズが自動的に洗浄されることに応答して、前記計算された再挿入経路に従って前記生体部位内に前記プローブを再挿入するよう、前記ロボットアームに前記複数の制御コマンドを送信するように構成されている、実施態様 7 に記載のシステム。

(9) 前記コントローラは、前記内視鏡の前記レンズが洗浄を必要とするという通知を出力するように構成されている、実施態様 5 に記載のシステム。

(10) 前記プローブの少なくとも一部は、可撓性であり、前記第 1 のセンサは、前記プローブの遠位端上に配設されている、実施態様 1 に記載のシステム。

【 0081 】

(11) 自動プローブ方法であって、

生体部位内へのプローブの挿入及び再挿入中に前記プローブの動きを追跡することと、
前記生体部位内への前記プローブの前記挿入及び前記再挿入中の前記生体部位の動きを含む、前記生体部位の動きを追跡することと、

前記挿入中の前記プローブの前記追跡された動きに基づいて、前記生体部位内の前記プローブの挿入経路を計算することと、

前記生体部位の前記追跡された動きを補償しながら、前記計算された挿入経路に基づいて、前記プローブの再挿入経路を計算することと、

前記挿入経路に沿って前記プローブを挿入し、続いて、前記生体部位から前記プローブを引き抜いた後、前記計算された再挿入経路に従って前記生体部位内に前記プローブを再挿入するように、前記プローブに取り付けられており、かつ前記プローブを操作するように構成されているロボットアームに複数の制御コマンドを送信することと、を含む、方法。

(12) 前記再挿入経路を計算することは、前記生体部位内への前記プローブの前記挿入及び前記再挿入中の前記生体部位の前記追跡された動きを補償しながら、前記計算された挿入経路に基づいて実行される、実施態様 11 に記載の方法。

(13) 前記プローブの前記挿入中の前記生体部位の前記追跡された動きによって補償された、前記プローブの前記挿入中の前記プローブの前記追跡された動きに基づいて、前記生体部位内の前記プローブの動きが補償された挿入経路を計算することと、

前記生体部位内の前記プローブの前記再挿入中の前記生体部位の前記追跡された動きによって更に補償された、前記動きが補償された挿入経路に基づいて、前記再挿入経路を計算することと、を更に含む、実施態様 11 に記載の方法。

(14) 前記プローブは、レンズを有する内視鏡を含む、実施態様 11 に記載の方法。

(15) 前記内視鏡によって捕捉された画像を処理して、前記レンズを洗浄する必要があることを示す前記画像内のぼやけを検出することを更に含む、実施態様 14 に記載の方法。

【 0082 】

(16) 前記内視鏡によって捕捉された前記画像内の前記ぼやけを検出することに応答して、洗浄するために前記内視鏡を前記生体部位から除去するよう、前記ロボットアームにコマンドを送信することを更に含む、実施態様 15 に記載の方法。

(17) 前記内視鏡が前記生体部位から除去された後に、前記内視鏡の前記レンズを自動的に洗浄することを更に含む、実施態様 16 に記載の方法。

(18) 前記計算された再挿入経路に従って前記生体部位内に前記プローブを再挿入するように、前記ロボットアームに前記複数の制御コマンドを送信することは、前記レンズが自動的に洗浄されたことに応答して実行される、実施態様 17 に記載の方法。

(19) 前記内視鏡の前記レンズが洗浄を必要とするという通知を出力することを更に

10

20

30

40

50

含む、実施態様 15 に記載の方法。

(20) プログラム命令が格納される非一時的なコンピュータ可読媒体を含むソフトウェア製品であって、前記命令が中央処理装置(CPU)によって読み取られると、前記CPUに、

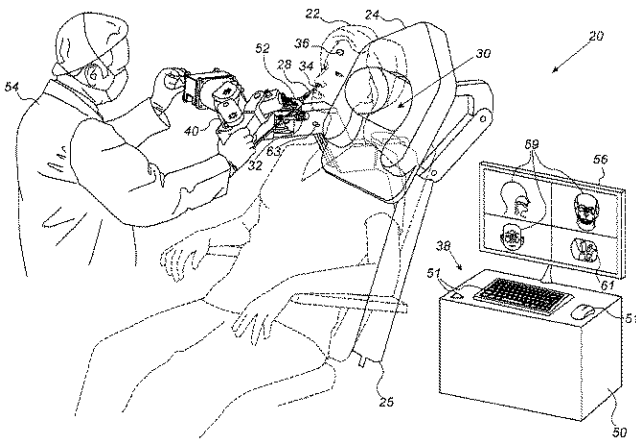
生体部位内のプローブの挿入経路を、前記生体部位内の前記プローブの挿入中の前記プローブの追跡された動きに基づいて計算することと、

前記生体部位内への前記プローブの前記挿入及び前記再挿入中の前記生体部位の動きを含む、前記生体部位の追跡された動きを補償しながら、前記計算された挿入経路に基づいて、前記プローブの再挿入経路を計算することと、

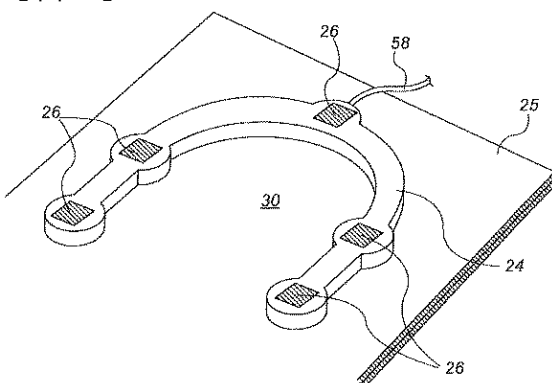
前記挿入経路に沿って前記プローブを挿入し、続いて、前記生体部位から前記プローブを引き抜いた後、前記計算された再挿入経路に従って前記生体部位内に前記プローブを再挿入するように、前記プローブに取り付けられており、かつ前記プローブを操作するように構成されているロボットアームに複数の制御コマンドを送信することと、を行わせる、ソフトウェア製品。

10

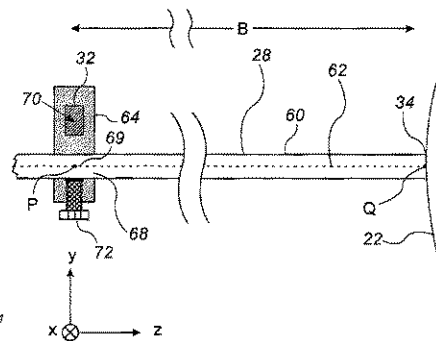
【図 1】



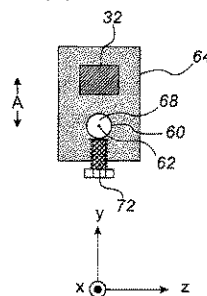
【図 2】



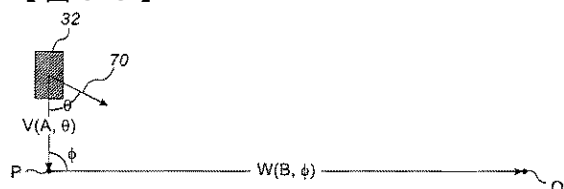
【図 3 A】



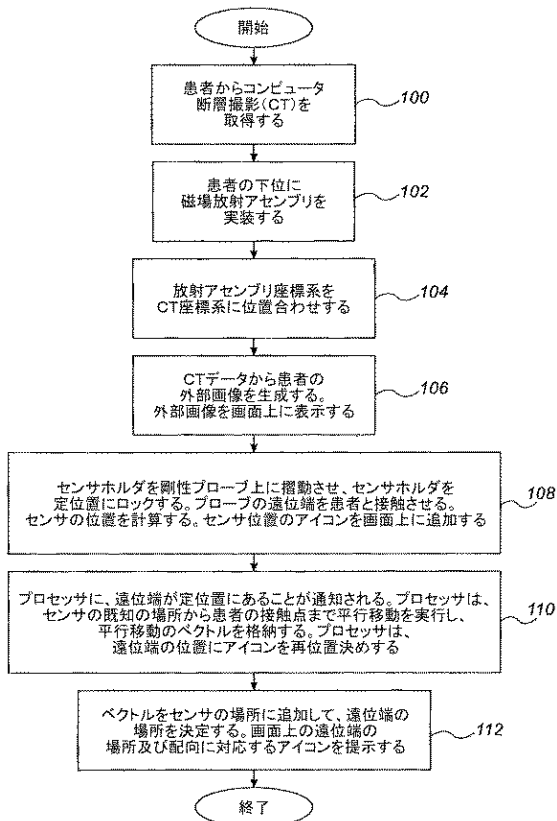
【図 3 B】



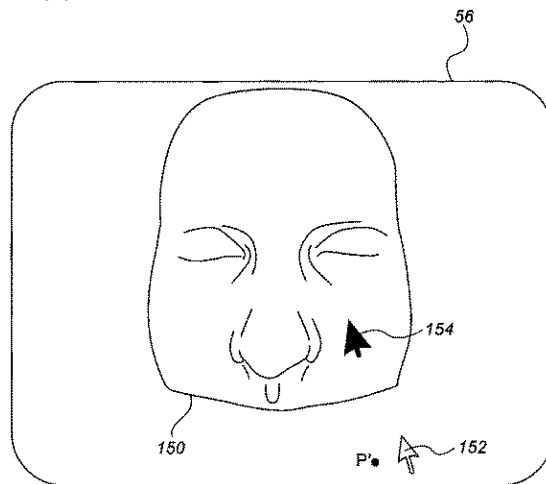
【図 3 C】



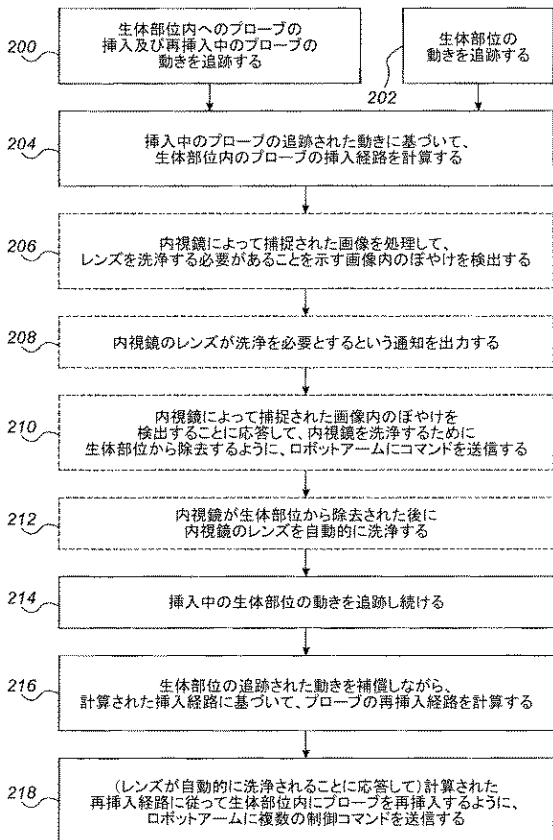
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 アサフ・ゴバリ

イスラエル国、2 0 6 6 7 1 7 ヨークナム、ハトヌファ・ストリート 4

Fターム(参考) 4C161 AA12 AA23 CC06 DD03 GG13 SS21 WW04 WW13

【外国語明細書】
2020058798000001.pdf

专利名称(译)	自动探头重新插入		
公开(公告)号	JP2020058798A	公开(公告)日	2020-04-16
申请号	JP2019182734	申请日	2019-10-03
[标]申请(专利权)人(译)	韦伯斯特生物官能(以色列)有限公司		
申请(专利权)人(译)	生物传感韦伯斯特(以色列)有限公司		
[标]发明人	バディムグリナー アサフゴバリ		
发明人	バディム・グリナー アサフ・ゴバリ		
IPC分类号	A61B1/045 A61B1/00 A61B1/313 A61B1/12		
CPC分类号	A61B1/00006 A61B1/0002 A61B1/00071 A61B1/00158 A61B1/00172 A61B1/126 A61B1/00057 A61B1/00091 A61B1/00096 A61B1/00149 A61B1/0016 A61B1/233 A61B5/062 A61B5/6801 A61B5/6819 A61B5/6868 A61B5/6887 A61B34/25 A61B34/32 A61B34/35 A61B90/50 A61B2034/105 A61B2034/2051 A61B2034/2074 A61B2034/301 A61B2034/302 A61B2034/743 A61B2034/744 A61B2090/701 B25J9/1664 G05B19/423 A61B1/00009 A61B1/00055 A61B1/121 A61B5/065 A61B34/30 A61B2034/107		
FI分类号	A61B1/045.610 A61B1/00.654 A61B1/045.620 A61B1/313 A61B1/12.510		
F-TERM分类号	4C161/AA12 4C161/AA23 4C161/CC06 4C161/DD03 4C161/GG13 4C161/SS21 4C161/WW04 4C161/WW13		
优先权	16/152,209 2018-10-04 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

根据一个实施例，一种自动探针系统，包括：探针，其被配置为可逆地插入活体部位；机械臂，其被附接到所述探针并被配置为操纵所述探针；第一传感器，其被配置为在检测期间跟踪所述探针的运动。探针在活体部分中的插入和重新插入；配置为跟踪活体部分的运动的第二传感器；以及控制器，其配置为基于所跟踪的活体部分的运动来计算探针在活体部分中的插入路径。探头在插入过程中，根据计算出的插入路径计算探头的重新插入路径，同时补偿所跟踪的活体部位的运动，并向机械臂发送控制命令，以根据需要将探头重新插入活体部位 计算出的重新插入路径。

