

(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2006-51332  
(P2006-51332A)  
(43) 公開日 平成18年2月23日 (2006.2.23)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/04 (2006.01)	A 6 1 B 1/04 3 7 O	4 C O 6 1
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 2 O B	5 B O 5 7
G O 6 T 1/00 (2006.01)	G O 6 T 1/00 3 1 5	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L 外国語出願 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2005-127207 (P2005-127207)	(71) 出願人	593078006
(22) 出願日	平成17年4月25日 (2005.4.25)		シーメンス コーポレート リサーチ イ
(31) 優先権主張番号	60/564936		ンコーポレイテッド
(32) 優先日	平成16年4月23日 (2004.4.23)		アメリカ合衆国 0 8 5 4 0 ニュージャ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ージー プリンストン カレツジロードイ
(31) 優先権主張番号	11/108440		ースト 7 5 5
(32) 優先日	平成17年4月18日 (2005.4.18)	(74) 代理人	100061815
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 矢野 敏雄
		(74) 代理人	100094798
			弁理士 山崎 利臣
		(74) 代理人	100099483
			弁理士 久野 琢也
		(74) 代理人	100114890
			弁理士 アインゼル・フェリックス＝ライ
			ンハルト
			最終頁に続く

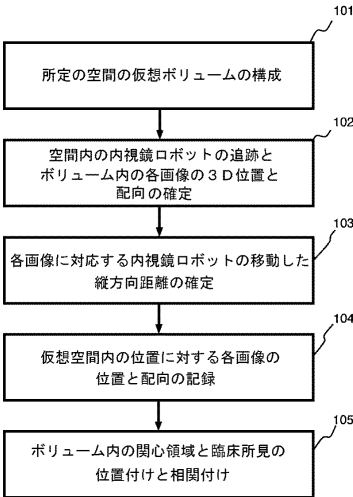
(54) 【発明の名称】 記録型ビデオ内視鏡検査のための方法及びシステム及び仮想内視法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 外部追尾式ビデオ内視鏡検査の方法およびシステムの提供。

【解決手段】 所定のボリュームを三次元ボリュームとしてモデリングするステップと、ボリューム内のイメージキャプチャリングデバイスを追尾するステップと、少なくとも1つのイメージがキャプチャリングされた時に、イメージキャプチャリングデバイスの位置及び配向の情報を記憶するステップと、少なくとも1つのイメージがキャプチャリングされた時に、イメージキャプチャリングデバイスの縦方向の移動距離を確定するステップを含む。三次元ボリューム内の対応する位置に対するイメージキャプチャリングデバイスの位置向き及び縦方向距離を記録するステップと、三次元ボリューム内の関心領域を確定するステップと、該関心領域に対応して記録される少なくとも1つのイメージを確定するステップを含み、そこで少なくとも1つのイメージが表示され当該関心領域が特徴付けられる。

【選択図】 図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

三次元ボリューム内で関心領域と画像を対応付けるためのコンピュータ実施方法において、

所定のボリュームを三次元ボリュームとしてモデリングするステップと、  
ボリューム内のイメージキャプチャリングデバイスを追尾するステップと、  
少なくとも 1 つのイメージがキャプチャリングされた時に、イメージキャプチャリング  
デバイスの位置及び配向の情報を記憶するステップと、  
少なくとも 1 つのイメージがキャプチャリングされた時に、イメージキャプチャリング  
デバイスの縦方向の移動距離を確定するステップと、  
三次元ボリューム内の対応する位置に対するイメージキャプチャリングデバイスの位置  
、向き及び縦方向距離を記録するステップと、  
三次元ボリューム内の関心領域を確定するステップと、  
前記関心領域に対応して記録される少なくとも 1 つのイメージを確定するステップが含ま  
れ、その中で少なくとも 1 つのイメージが表示され、当該関心領域が特徴付けられるよう  
にしたことを特徴とするコンピュータ実施方法。

10

## 【請求項 2】

前記記録ステップに、さらに以下のステップ、すなわち  
三次元ボリューム内のセンターラインを確定するステップと、  
イメージキャプチャリングデバイスの追尾と三次元ボリュームのセンタラインの間の一  
致関係を確定するステップと、  
三次元ボリューム内の位置に対する少なくとも 1 つのイメージを記録するステップとが  
含まれている、請求項 1 記載のコンピュータ実施方法。

20

## 【請求項 3】

前記記録ステップに、さらに、  
ビデオキャプチャリングデバイスの初期値を確定するステップと、  
三次元ボリューム内の初期位置に対応する位置をマニュアルセレクトィングするステッ  
プが含まれている、請求項 1 記載のコンピュータ実施方法。

## 【請求項 4】

縦方向距離は、ビデオキャプチャリングデバイスの初期位置からの距離である、請求項  
3 記載のコンピュータ実施方法。

30

## 【請求項 5】

前記少なくとも 1 つのイメージを確定するステップに、さらに、  
三次元ボリューム内の一致する位置の表示と共に少なくとも 1 つのイメージを自動表示  
するステップが含まれている、請求項 1 記載のコンピュータ実施方法。

## 【請求項 6】

計算機によって読取り可能なプログラム記憶デバイスにおいて、  
三次元ボリューム内で関心領域と画像を対応付けるための方法ステップを実行するため  
に、計算機によって実行可能な命令のプログラムを有形的に具現化し、  
前記方法ステップには、以下のステップ、すなわち、  
所定のボリュームを三次元ボリュームとしてモデリングするステップと、  
ボリューム内のイメージキャプチャリングデバイスを追尾するステップと、  
少なくとも 1 つのイメージがキャプチャリングされた時に、イメージキャプチャリング  
デバイスの位置及び配向の情報を記憶するステップと、  
少なくとも 1 つのイメージがキャプチャリングされた時に、イメージキャプチャリング  
デバイスの縦方向の移動距離を確定するステップと、  
三次元ボリューム内の対応する位置に対するイメージキャプチャリングデバイスの位置  
、向き及び縦方向距離を記録するステップと、  
三次元ボリューム内の関心領域を確定するステップと、  
前記関心領域に対応して記録される少なくとも 1 つのイメージを確定するステップが含ま

40

50

まれ、その中で少なくとも1つのイメージが表示され、当該関心領域が特徴付けられるようにしたことを特徴とするプログラム記憶デバイス。

【請求項7】

前記記録ステップに、さらに以下のステップ、すなわち  
三次元ボリューム内のセンターラインを確定するステップと、  
イメージキャプチャリングデバイスの追尾と三次元ボリュームのセンタラインの間の一致関係を確定するステップと、  
三次元ボリューム内の位置に対する少なくとも1つのイメージを記録するステップとが含まれている、請求項6記載の方法。

【請求項8】

前記記録ステップに、さらに、  
ビデオキャプチャリングデバイスの初期位置を確定するステップと、  
三次元ボリューム内の初期位置に対応する位置をマニュアルセレクトリングするステップが含まれている、請求項6記載の方法。

【請求項9】

縦方向距離は、ビデオキャプチャリングデバイスの初期位置からの距離である、請求項8記載の方法。

【請求項10】

前記少なくとも1つのイメージを確定するステップに、さらに、  
三次元ボリューム内の一致する位置の表示と共に少なくとも1つのイメージを自動表示するステップが含まれている、請求項6記載の方法。

【請求項11】

実空間の仮想ボリュームを視覚化するための方法において、  
実空間の仮想ボリュームの部分を表示するステップと、  
仮想ボリュームの部分に相応する実空間の記録されているイメージを自動的にかつ同時に第2ウインドウに表示するステップと、  
仮想ボリュームの部分に記録されているイメージと仮想ボリュームの組合わせのもとで特徴付けるステップとが含まれていることを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡検査法に関し、より詳細には、仮想内視法と組合わされた内視鏡ロボットを用いた外部追尾式ビデオ内視鏡検査のための方法及びシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

内視鏡検査は、医療分野で用いられており、そこでは内視鏡と称される結像デバイスが、診断及び/又は治療の目的で生検対象に挿入される。内視鏡検査の例としては例えば結腸鏡検査や気管支鏡検査がある。

【0003】

これらの処置では、直接の機械的相互操作を介して器具の挿入やコントロールが要求される。この器具には患者の体内に挿入されるいくつかの器具部分と、同じ器具の外部から操作される残りの部分とが含まれる。デザインの必然性によって、多くの内視鏡デバイスは、細長い可撓性チューブが若しくは剛性のチューブの形態をしており、このチューブに患者の身体外部に残されたコントロールヘッドが取付けられている。

【0004】

このデザインの結果として通常は内視鏡検査に伴う不快感の何らかの緩和策が存在するが、外部から過度な応力が内視鏡に加えられると、それは臓器内部に対する損傷の危険性に直結する。

【0005】

10

20

30

40

50

仮想内視法は、関心のある身体構造部の探索と問題部位、例えば結節やポリープなどの検査のために理論的に用いられるものである。しかしながらこれらの技術は、誤った陽性検出や誤診を引き起しやすく、その結果として不要な侵襲性の生検を行わせることにつながる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

それ故にそのようなことのない内視鏡ロボットのためのシステムや方法の必要性が生じる。

【課題を解決するための手段】

10

【0007】

本発明によれば、三次元ポリウム内で関心領域と画像を対応付けるためのコンピュータ実施方法において、

所定のポリウムを三次元ポリウムとしてモデリングするステップと、

ポリウム内のイメージキャプチャリングデバイスを追尾するステップと、

少なくとも1つのイメージがキャプチャリングされた時に、イメージキャプチャリングデバイスの位置及び配向の情報を記憶するステップと、

少なくとも1つのイメージがキャプチャリングされた時に、イメージキャプチャリングデバイスの縦方向の移動距離を確定するステップと、

三次元ポリウム内の対応する位置に対するイメージキャプチャリングデバイスの位置、向き及び縦方向距離を記録するステップと、

20

三次元ポリウム内の関心領域を確定するステップと、

前記関心領域に対応して記録される少なくとも1つのイメージを確定するステップが含まれ、その中で少なくとも1つのイメージが表示され、当該関心領域が特徴付けられる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

前記記録ステップにはさらに以下のステップ、すなわち

三次元ポリウム内のセンターラインを確定するステップと、

イメージキャプチャリングデバイスの追尾と三次元ポリウムのセンターラインの間の一致関係を確定するステップと、

30

三次元ポリウム内の位置に対する少なくとも1つのイメージを記録するステップとが含まれ得る。

【0009】

さらに前記記録ステップには、

ビデオキャプチャリングデバイスの初期値を確定するステップと、

三次元ポリウム内の初期位置に対応する位置をマニュアルセレクトィングするステップが含まれる。

【0010】

縦方向距離は、ビデオキャプチャリングデバイスの初期位置からの距離である。

【0011】

40

前記少なくとも1つのイメージを確定するステップに、さらに、

三次元ポリウム内の一致する位置の表示と共に少なくとも1つのイメージを自動表示するステップが含まれている。

【0012】

本発明の別の実施例によれば、計算機によって読取り可能なプログラム記憶デバイスにおいて、

三次元ポリウム内で関心領域と画像を対応付けるための方法ステップを実行するために、計算機によって実行可能な命令のプログラムを有形的に具現化し、

前記方法ステップには、以下のステップ、すなわち、

所定のポリウムを三次元ポリウムとしてモデリングするステップと、

50

ボリューム内のイメージキャプチャリングデバイスを追尾するステップと、  
少なくとも1つのイメージがキャプチャリングされた時に、イメージキャプチャリング  
デバイスの位置及び配向の情報を記憶するステップと、  
少なくとも1つのイメージがキャプチャリングされた時に、イメージキャプチャリング  
デバイスの縦方向の移動距離を確定するステップと、  
三次元ボリューム内の対応する位置に対するイメージキャプチャリングデバイスの位置  
、向き及び縦方向距離を記録するステップと、  
三次元ボリューム内の関心領域を確定するステップと、  
前記関心領域に対応して記録される少なくとも1つのイメージを確定するステップが含ま  
れ、その中で少なくとも1つのイメージが表示され、当該関心領域が特徴付けられる。

10

**【0013】**

本発明の別の実施例によれば、  
実空間の仮想ボリュームを視覚化するための方法において、  
実空間の仮想ボリュームの部分を表示するステップと、  
仮想ボリュームの部分に相応する実空間の記録されているイメージを自動的にかつ同時  
に第2ウィンドウに表示するステップと、  
仮想ボリュームの部分に記録されているイメージと仮想ボリュームの組合わせのもとで  
特徴付けられる。

**【実施例】****【0014】**

20

次に本発明を図面に基づき以下の明細書で詳細に説明する。

**【0015】**

本発明の実施例によれば、内視鏡ロボットによって取込まれたイメージは、再構築され  
る三次元(3D)のデータボリュームのために記録される。この仮想ボリュームは、空間  
例えば結腸(図1参照)の走査に基づいて作成される(101)。内視鏡ロボットは、空間  
内で追跡され、内視鏡ロボットによって取込まれた各イメージの3D位置と向きや配向  
が定められる(102)。例えば結腸などの関心領域の構造内部を移動した縦方向距離が  
求められる。位置、配向、縦方向距離は、3Dデータボリューム(104)内の内視鏡ロ  
ボットの対応する位置のための、内視鏡ロボットの位置の記録のために用いられる。仮想  
内視法は、関心領域の位置付けと、関心領域のイメージと臨床所見の相関付けに用いられ  
る。組合わされた臨床所見は、診断の信頼度を高め、偽陽性の数を低減し、実行される生  
検の数を低減させるために用いられる。そのような事項は、種々のアプリケーションに使用  
できる(例えば結腸直腸内に前癌性の異形成が見られる患者の識別、結腸直腸内に初期  
新生病変の識別、高倍率内視鏡検査への使用など)。

30

**【0016】**

図2によれば、内視鏡ロボットは、カプセル201であり、これは飲み込まれたり、外  
科的手術なしで患者の体内に挿入される。そのようなロボットの実例は、そのような会社  
によってある特定のイメージング用に表示されて販売されている。ここでのカプセルは、  
患者外のコンソールに対して、カメラ202と、照明源(光源)203と、画像のワイヤ  
レス送信のためのハードウェア204を含んでいる。画像若しくはビデオイメージをもた  
らすカメラ202は、例えばノーマルスペクトルで視覚化する、若しくは蛍光イメージン  
グを実施する、若しくは拡大画像やビデオキャプチャの可能なマイクロスコプなどであ  
る。

40

**【0017】**

内視鏡ロボットの位置や配向は、外部の追尾システム(トラッキングシステム)を用い  
て確定可能である。この追尾はリアルタイムで連続して行われる。このシステムは、患者  
の検査中に内視鏡ロボットの位置と配向を追尾するための磁気システムを含んでいる。こ  
れには種々の磁氣的追尾システムが使用され得る。この種の追尾システムには、例えば1  
つ以上の永久磁石205が内視鏡ロボット内の所定の既知の場所に配置されてもよい。こ  
のマグネットロケータリング/トラッキングシステムには、三次元空間で双極子マグネッ

50

トを確定することが含まれる。患者外部に配置された磁気センサアレイは、マグネット 205 と、カメラ 202 を含めた内視鏡ロボットカプセル 201 の位置と向きの両方を確定するために、データ、例えば既知の箇所にあるマグネット 205 の磁界強度を収集する。この磁気センサアレイは、3Dベクトルセンサのセットを形成すべくグループで配列される磁気抵抗センサであってもよい。これらのセンサは、(例えばベクトルセンサの場合)マグネット 205 の磁界の方向と振幅に関するデータを収集する。ベクトルは、マグネット周りの空間内で周知のように方向及び振幅変化する。例えば磁界ベクトルは、マグネットのN極の面から垂直に出てS極方向に向かい、これらの極間でマグネット軸線に対して介在的な角度を形成する。

内視鏡ロボットを含むトラッキングシステムの他の例では、チップ電極やリング電極と位置検出センサ(ロケーションセンサ)が含まれている。位置の検出に関しては、患者外部の既知の場所に配置され三次元空間内でその減衰が距離の関数を表す磁界を生成する3つのコイルを用いて行われる。位置検出センサは、結合される磁界の強度を測定する。この強度は測定された各コイルからの距離を表す。センサの位置と内視鏡ロボットの位置は、その放射特性がセンサによって測定されたコイルまでの距離を表す磁界の交差から求められる。

#### 【0018】

内視鏡ロボットの電源 206 は、バッテリーのみかバッテリーとインダクターを含み得る。外部電源は、インダクターを用いた誘導チャージによって実現されてもよい。この誘導チャージに対するパワーソース 206 は、誘導充電器の一次巻線からのチャージパワーを受取る二次巻線である。内視鏡ロボット内部では、電力はダイオードによる整流とコイルを用いて受取られる。この直流電圧(DC)は、バッテリーのチャージに使用される。エネルギーの外部からのワイヤレスの給電は、内視鏡ロボットによって実行される長くて電力消費の大きい作業を可能にさせる。

#### 【0019】

仮想内視法では、内視鏡による介入が仮想現実とコンピュータグラフィック技術を用いてシミュレートされる。CATスキャン、MRI、超音波式/回転式/3D血管造影手法やその他のソースから得られる3Dポリウムデータは、各組織構造部の内部の立体描写を形成するのに用いられる。この3Dイメージは、二次元(2D)のコンピュータトモグラフィ(CT)若しくは磁気共鳴(MR)データからの例えばポリウムレンダリングによって生成される。

#### 【0020】

記録は、所定の基準フレームを用いて実行されるか、さらなる対応関係の決定に対するベースを形成し得る、1つまたはそれ以上のユーザー定義による、キャプチャー画像と3Dポリウムの間の対応関係を用いて実行される。対応関係の例としては、例えば十二指腸空腸湾曲部のキャプチャー画像の3Dポリウム内で目印として識別できるものである。

#### 【0021】

各キャプチャー画像に関連付けられる位置、向き及び縦方向距離は、各画像を3Dポリウム内の対応する位置に記録するために用いられる。図3Aでは、仮想ポリウム内で内視鏡ロボットの位置及び向きがXYZ軸方向で表されている。この場合例えばZ軸は、内視鏡ロボットのカメラ202の視線を表している。縦方向距離は、例えばある期間に亘る追尾位置と図3Bに表されている画像304に関連付けられて確定される。従って3Dポリウムの部位、例えば位置的に閉鎖され互い違いに折り返されている小腸の部位に対しては、縦方向の距離がそれらの部位間の識別のために使用可能である。例えば第1の部位302が初期地点303から0.5mの所にあり、第2の部位が初期地点303から2.5mの地点にあったとすると、これに基づいて該当するイメージ、例えば305が関心領域302に対応して確定され表示される。

#### 【0022】

仮想ポリウムに対するイメージの記録は、内視鏡ロボットの既知のスタート位置と、

10

20

30

40

50

仮想ボリューム内で確定された位置を使用できる。例えばトラッキングは患者の口から開始されてもよい。これは仮想ボリューム内で識別可能な位置である。図4によれば、この記録には、内視鏡ロボット401の初期位置を確定するステップ401と、内視鏡ロボットの初期位置に対応する仮想ボリューム内の位置を確定するステップ402が含まれている。内視鏡ロボットは、空間を介して追跡される(ステップ403)。これは仮想ボリュームによって表される。ステップ404では、内視鏡ロボットのトラックと3D空間の仮想ボリュームとの対応関係が確定される。内視鏡ロボットのトラックに沿って既知の位置と向きを有している内視鏡ロボットによってキャプチャーされたイメージは、仮想ボリューム内で対応する位置に記録される(ステップ405)。仮想ボリュームと、追尾される内視鏡ロボットのコースのトラックとの対応関係には、患者のスキャンデータから定められる仮想ボリュームのセンターラインが使用できる。このセンターラインは、製品化されているCTスキャンやMRIスキャンの部分として仮想ボリュームのバーチャルフライスルー(virtual fly-through)によって追従されたトラックとして自動的に定められる。内視鏡ロボットの追尾されるコースと所定のセンターラインは、三次元空間に対応し、幾何学的比較に基づいて手動若しくは自動で記録される。

10

#### 【0023】

内視鏡ロボットによってキャプチャーされたイメージは、仮想ボリュームのボリュームレンダリングによって記録される。内視鏡ロボットによってキャプチャーされた各イメージは、ボリュームレンダリング内の空間情報と配向情報及び縦方向の情報に関連付けられているので、ボリュームレンダリングにおいて識別された関心領域の詳細なイメージが描写され得る。記録されたイメージは、仮想ボリュームのフライスルーパートとして例えば分割スクリーン構成において自動的に表示可能である。この記録イメージは、メモリに記憶すること、さらにコンピュータによって実行されるバーチャルレンダリングアプリケーションによってアクセスすることも可能であり、それによって、仮想ボリュームと実像は、例えば2つのディスプレイやアプリケーション上の2つのウィンドウに同時に表示させることができる。従って患者の診断、特徴付け、及び/又は評価が仮想ボリュームと詳細な記録画像に基づいて可能となる。

20

#### 【0024】

本発明は、種々異なる形態、例えばハードウェアやソフトウェア、フィルムウェア、特殊用途のプロセッサなどの形態あるいはそれらの組合わせの形態で実現されることを理解されたい。本発明の1つの実施例によれば、当該発明がプログラム記憶デバイス上で実体的に実行されるアプリケーションプログラムとしてソフトウェア的に実施される。このアプリケーションプログラムは、アップロードされて、適切なアーキテクチャを含んだ計算機によって実行されてもよい。

30

#### 【0025】

図5に示されている本発明の実施例によれば、本発明を実施するためのコンピュータシステム501は特に、中央処理ユニット(CPU)502、メモリ503、入/出力(I/O)インターフェース504を有している。このコンピュータシステム501は、基本的にはI/Oインターフェース504を介してディスプレイ505と種々の入力デバイス506、例えばマウスやキーボードなどに接続されている。このディスプレイ505は、仮想ボリュームと記録されている画像の描画を表示する。支援回路は、キャッシュや電源クロック回路、通信バスなどの回路を含み得る。メモリ503は、ランダムアクセスメモリ(RAM)、読出し専用メモリ(ROM)、ディスクドライブ、テープドライブ若しくはそれらの組合わせを含み得る。本発明は、メモリ503に記憶されている、信号源508からの信号を処理すべくCPU502によって実行されるルーチン507として実施可能である。このようなコンピュータシステム501は、本発明のルーチン507を実行する場合に特殊用途のコンピュータシステムになる基本的用途のコンピュータシステムである。

40

#### 【0026】

このコンピュータのプラットフォーム501は、オペレーティングシステムとマイクロ

50

命令コードを含んでいる。前述した種々の処理と機能は、マイクロ命令コードか若しくは当該オペレーティングシステムを介して実行されるアプリケーションプログラム（あるいはそれらの組合わせ）であり得る。さらに付加的にその他の種々の周辺デバイス、例えば付加的なデータ記憶デバイスやプリンターデバイスがこのコンピュータプラットフォームに接続されていてもよい。

【0027】

前述したシステム構成要素のいくつかや所属の図面に示された方法ステップはソフトウェアにおいて実施されてもよいので、それらのシステム構成要素（若しくは処理ステップ）間の実際の接続は、本発明のプログラミングされている形態に応じて種々異なり得ることを理解されたい。また当該分野の一般的な知識に基づけば、これまでに与えられた本発明の教示から前記態様のみならず本発明に類似した実施態様や構成も想定されるであろう。

10

【0028】

さらに内視鏡ロボットによってキャプチャーされた記録画像を使用する仮想内視法のためのシステム及び方法に対する前述の実施例を用いれば、前述の教示をヒントにそれらの変化例や発展例も当業者であるならば実施できるであろう。それ故に、本発明の主旨と適用範囲の枠内では、従属請求項によって規定されている本発明の種々の実施例における変更も可能であることを理解されたい。特許による所期の保護を受けるべく請求される前述してきた本発明は、法によって求められている詳細性と具体性を伴って従属請求項に明示されている。

20

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の実施例による方法を表わしたフローチャート

【図2】本発明の実施例による内視鏡ロボットを示した図

【図3A】本発明の実施例による仮想内視ポリュームの部分を表した図

【図3B】本発明の実施例による胃腸区間と対応する画像を表した図

【図4】本発明の実施例による方法を表わしたフローチャート

【図5】本発明の実施例によるコンピュータシステムを表した図

【符号の説明】

【0030】

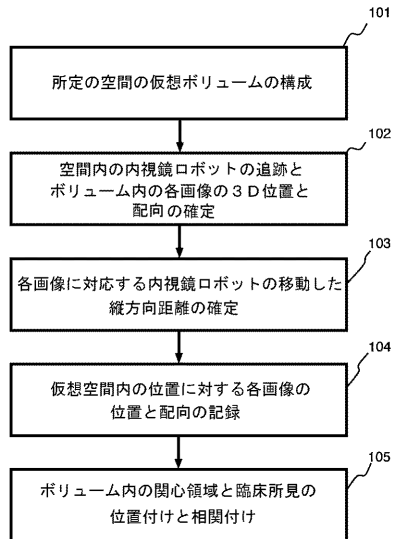
30

- 201 カプセル
- 202 カメラ
- 203 光源
- 204 ワイヤレスレシーバ/トランスミッタ
- 205 マグネットセンサ
- 206 電源
- 501 コンピュータシステム
- 502 CPU
- 503 入力デバイス
- 504 I/Oインターフェース
- 505 ディスプレイ
- 506 入力デバイス
- 508 信号源

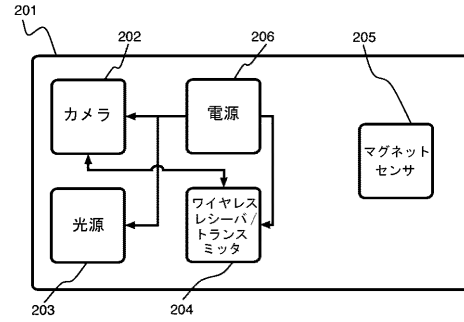
40



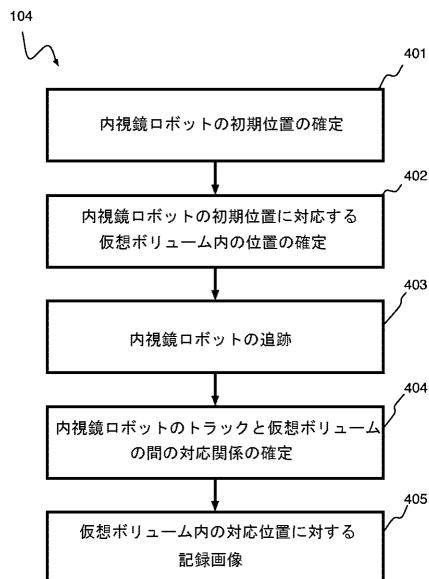
【図 1】



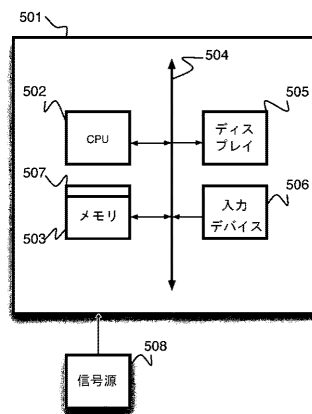
【図 2】



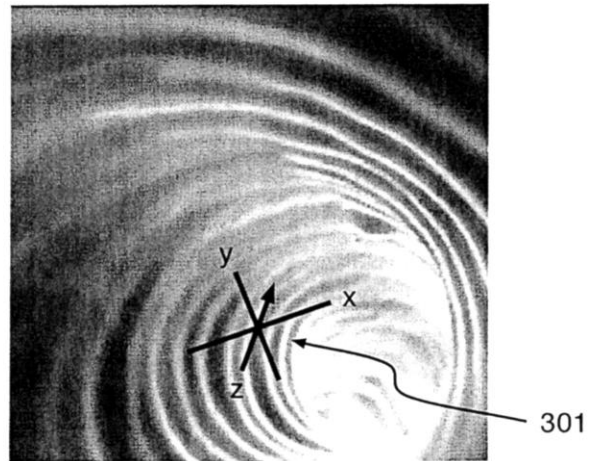
【図 4】



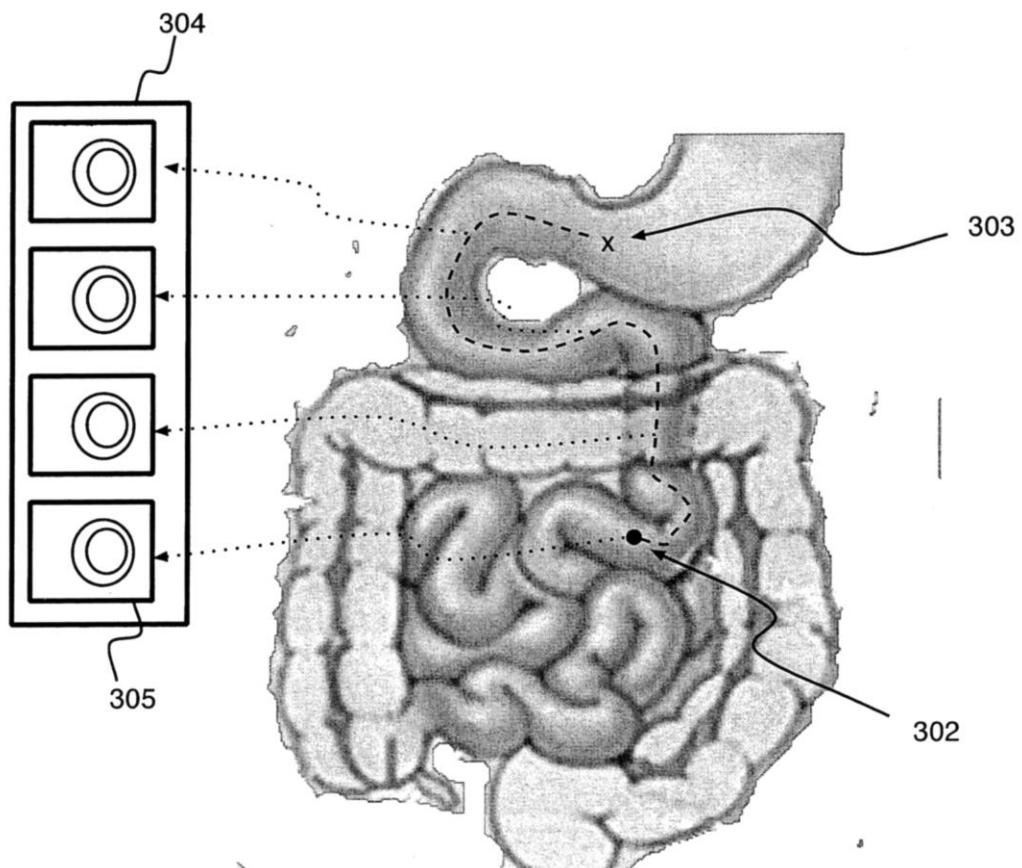
【図 5】



【図 3 A】



【図 3 B】



---

フロントページの続き

(72)発明者 フレッド エス アザール

アメリカ合衆国 ニュージャージー プリンストン コモンウェルス コート ナンバー 7 1

2 1

F ターム(参考) 4C061 AA04 CC06 DD10 JJ17 JJ19 NN03 NN05 SS21 UU06 WW20

5B057 AA07 BA02 BA11 BA23 CA08 CA12 CA16 CB08 CB13 CB16

CC01 CD14 DA07 DA08 DA16 DB03 DB09 DC03 DC36

【外国語明細書】

## Title of Invention

# SYSTEM AND METHOD REGISTERED VIDEO ENDOSCOPY AND VIRTUAL ENDOSCOPY

## Detailed Explanation of the Invention

### BACKGROUND OF THE INVENTION

#### 1. Technical Field

The present invention relates to endoscopy, and more particularly to a system and method for externally tracked video endoscopy using endo-robots combined with virtual endoscopy.

#### 2. Discussion of Related Art

Endoscopic examination is a medical procedure in which an imaging device referred to as an endoscope is inserted into a live subject for the purpose of diagnosis and/or treatment. Examples of endoscopy are the colonoscopy and bronchoscopy.

These procedures require that the instrument be inserted and controlled through direct mechanical interaction. This includes some portion of the instrument being inside the patient while the rest of the same instrument is manipulated externally. By necessity of design, most endoscopic devices are in the form of long flexible or rigid tubes attached to a control head that remains outside the body of the patient.

A consequence of this design is that there is usually some mild to severe discomfort associated with endoscopy coupled with a risk of damage to internal structures if too much force is applied externally to the endoscope.

Virtual endoscopy could in theory be used to explore the body structures of interest and to detect the problem areas, such as nodules or polyps. However, this technique can lead to the detection of false positives or misdiagnoses, which in turn can lead to unneeded invasive biopsies.

Therefore, a need exists for a system and method for an endo-robot.

### **SUMMARY OF THE INVENTION**

According to an embodiment of the present disclosure, a computer-implemented method for associating an image with an area of interest in a three-dimensional volume includes modeling a volume as the three-dimensional volume, tracking an image capturing device within the volume, storing position and orientation information of the image capturing device at a time when at least one image is captured, and determining a longitudinal distance traveled by the image capturing device at the time when the at least one image is captured. The method further includes registering the position, orientation and longitudinal distance of the image capturing device to a corresponding position within the three-dimensional volume, determining an area of interest within the three-dimensional volume, and determining the at least one image registered to correspond to the area of interest, wherein the at least one image is displayed and the area of interest is characterized.

Registering further comprises determining a centerline of the three-dimensional volume, determining a correspondence between a track of the image capturing device and the centerline of the three-dimensional volume, and registering the at least one image to a position within the three-dimensional volume. Registering further comprises determining an initial position of the video capturing device and manually selecting a position corresponding to the initial position in the three-dimensional volume.

The longitudinal distance is a distance of the video capturing device from the initial position.

Determining the at least one image comprises automatically displaying the at least one image in conjunction with the display of the corresponding position within the three-dimensional volume.

According to an embodiment of the present disclosure, a program storage device is provided readable by machine, tangibly embodying a program of instructions executable by the machine to perform method steps for associating an image with an area of interest in a three-dimensional volume. The method

steps including modeling a volume as the three-dimensional volume, tracking an image capturing device within the volume, storing position and orientation information of the image capturing device at a time when at least one image is captured, and determining a longitudinal distance traveled by the image capturing device at the time when the at least one image is captured. The method further includes registering the position, orientation and longitudinal distance of the image capturing device to a corresponding position within the three-dimensional volume, determining an area of interest within the three-dimensional volume, and determining the at least one image registered to correspond to the area of interest, wherein the at least one image is displayed and the area of interest is characterized.

According to an embodiment of the present disclosure, a method for viewing a virtual volume of a real space comprises displaying a portion of the virtual volume of the real space, displaying, automatically and simultaneously, a registered image of the real space corresponding to the portion of the virtual volume in a second window, and characterizing the portion of the virtual volume based on the combination of the virtual volume and the registered image.

#### **DETAILED DESCRIPTION OF PREFERRED EMBODIMENTS**

Preferred embodiments of the present invention will be described below in more detail, with reference to the accompanying drawings.

According to an embodiment of the present disclosure, images captured by an endo-robot can be registered to a reconstructed three-dimensional (3D) volume of data. The virtual volume is created based on a scan of a space 101, e.g., a colon (see Figure 1). The endo-robot is tracked within the space and 3D position and orientation of every image captured by the endo-robot is determined 102. The longitudinal distance traveled inside the structure of interest, such as a colon, is determined 103. The position, orientation and longitudinal distance are used to register the position of the endo-robot to its corresponding position inside

the 3D volume of data 104. Virtual endoscopy can be used to locate areas of interest and correlate clinical findings with the images of the areas of interest 105. The combined clinical findings can be used to improve diagnosis confidence, decrease the number of false positives, and decrease the number of biopsies performed. Such findings can also be used in various applications, for example, in the identification of patients with premalignant dysplasia in the colorectum, for example, using fluorescent imaging, enabling the identification of early neoplastic lesions in the colorectum, for example, using high-magnification endoscopy.

Referring to Figure 2, an endo-robot is a capsule 201 that can be swallowed or inserted non-surgically into a patient. Examples of such robots are those offered on the market by such companies as Given Imaging. These Capsules include a camera 202, an illumination source 203 and hardware for the wireless transmission of images 204 to a console outside the patient. The camera 202 acquires images or video images, e.g., macroscopic, normal-spectrum visualization, or which can perform fluorescent imaging, or magnification image or video capture.

The position and orientation of the endo-robot can be determined using an external tracking system. The tracking is performed continuously and in real-time. The system can include a magnetic system for tracking the position and orientation of the endo-robot during a patient exam. Various types of magnetic tracking may be used. For example, a tracking system can include one or more permanent magnets 205 disposed at predetermined, known, locations within the endo-robot. Magnet locating and tracking includes determining a dipole magnet

in 3D space. An array of magnetic sensors disposed outside the patient collects data, e.g., field strength of the magnet 205 at a known location, to determine both the location and orientation of the magnet 205 and thus the endo-robot capsule 201 including the camera 202. The array of magnetic field sensors can be magneto-resistive sensors arranged in groups to form sets of 3D-vector sensors. The sensors collect direction and magnitude data of a magnetic field (e.g., described as a vector) of the magnet 205. The vector changes direction and magnitude in a known manner in the space surrounding the magnet, e.g., magnetic field vectors point perpendicularly out from the face of the magnet's north pole, and into the magnet's south pole, and make intermediate angles to the magnet's axis between the poles.

Another example of a tracking system includes an endo-robot having a tip electrode, a ring electrode and a location sensor. Location is determined determination using three coils placed outside the patient at known locations in three-dimensional space generating magnetic fields that decay as a function of distance. The location sensor measures the strength of a combined field, which enables a distance from each coil to be measured. The location of the sensor and thus the endo-robot is determined from the intersection of the fields whose radii are the distances measured by the sensor to the coils.

A power source 206 of the endo-robot can include a battery or inductor and battery. External powering can be realized through inductive charging using the inductor. For inductive charging the power source 206 is a secondary winding receiving charging power from a primary winding of an inductive charger. Inside the endo-robot, power is received with a coil and rectified by a diode. This direct-current (DC) voltage is used in charging a battery. External wireless supply of energy also allows for longer and more power-consuming procedures to be performed by the endo-robot.

The virtual endoscopy simulates an endoscopic intervention using methods of virtual reality and computer graphics. 3D volume data from CAT-scans, MRIs, 3D ultrasounds, rotations angiography or other sources can be used to generate a 3D view of the inside of the respective structures. 3D images



may be created from two-dimensional (2D) computerized tomography (CT) or magnetic resonance (MR) data, for example, by volume rendering.

Registration may be performed using a predetermined reference frame or one or more user defined correspondences between captured images and the 3D volume that can form the basis for determining further correspondences. An example of a correspondence can be a landmark identifiable in the 3D volume and captured images such as the duodenojejunal flexure.

The position, orientation and longitudinal distance associated with each captured image are used to register each image to a corresponding position inside the 3D volume of data. Figure 3A illustrates a position and orientation of the endo-robot as an XYZ axis within a virtual volume, wherein, for example, the Z-axis represents a sight line of the endo-robot camera 202. The longitudinal distance is determined, e.g., by tracking position over time, and associated with images 304 as illustrated in Figure 3B. Thus, for portions of the 3D volume that may be positionally close, e.g., portions of the small intestine that fold on top of one another, the longitudinal distance can be used to distinguish between these portions, where a first portion 302 may be 0.5 meters from an initial point 303 and a second portion may be 2.5 meters from the initial point 303. An appropriate image, e.g., 305 is determined and displayed corresponding to an area of interest 302.

Registration of images to the virtual volume can use a known starting position of the endo-robot and a position determined in the virtual volume. For example, tracking may begin from a patient's mouth, which is an identifiable location in the virtual volume. Referring to Figure 4, registration includes determining an initial position of the endo-robot 401 and determining a position in the virtual volume corresponding to the initial position of the endo-robot 402. The endo-robot is tracked through a space 403, which is represented by the virtual volume. A correspondence of the track of the endo-robot is determined to the virtual volume in 3D space 404. Images captured by the endo-robot, having

known positions and orientations along the track of the endo-robot are registered to corresponding positions within the virtual volume 405. The correspondence of the track of tracked course of the endo-robot (as depicted in Figure 3B) to the virtual volume can use a centerline of a virtual volume determined from a scan of the patient. The centerline is automatically determined as part of commercially available CT and MRI scans as the track followed by a virtual fly-through of the virtual volume. The tracked course of the endo-robot and the determined centerline will correspond in three-dimensional space and may be registered manually or automatically based on comparative geometries.

The images captured by the endo-robot are registered to the volume renderings of the virtual volume. Because each image captured by the endo-robot is associated with spatial, directional and longitudinal information within the volume rendering, detailed images may be viewed of areas of interest identified in the volume rendering. Registered images can be automatically displayed as part of a fly-through of the virtual volume, for example, in a split screen configuration. The registered images can stored in memory, and can be accessed by a virtual rendering application executing by a computer, such that a virtual volume and real image may be displayed at the same time, for example, in two windows of an application or on two displays. Thus, a diagnosis, characterization and/or evaluation of a patient can be based on a virtual volume and a detailed registered image.

It is to be understood that the present invention may be implemented in various forms of hardware, software, firmware, special purpose processors, or a combination thereof. In one embodiment, the present invention may be implemented in software as an application program tangibly embodied on a program storage device. The application program may be uploaded to, and executed by, a machine comprising any suitable architecture.

Referring to Figure 5, according to an embodiment of the present invention, a computer system 501 for implementing the present invention can comprise, *inter alia*, a central processing unit (CPU) 502, a memory 503 and an input/output (I/O) interface 504. The computer system 501 is generally coupled through the I/O interface 504 to a display 505 and various input devices 506 such as a mouse and keyboard. The display 505 can display views of the virtual volume and registered images. The support circuits can include circuits such as cache, power supplies, clock circuits, and a communications bus. The memory 503 can include random access memory (RAM), read only memory (ROM), disk drive, tape drive, etc., or a combination thereof. The present invention can be implemented as a routine 507 that is stored in memory 503 and executed by the CPU 502 to process the signal from the signal source 508. As such, the computer system 501 is a general purpose computer system that becomes a specific purpose computer system when executing the routine 507 of the present invention.

The computer platform 501 also includes an operating system and micro instruction code. The various processes and functions described herein may either be part of the micro instruction code or part of the application program (or a combination thereof) which is executed via the operating system. In addition, various other peripheral devices may be connected to the computer platform such as an additional data storage device and a printing device.

It is to be further understood that, because some of the constituent system components and method steps depicted in the accompanying figures may be implemented in software, the actual connections between the system components (or the process steps) may differ depending upon the manner in which the present invention is programmed. Given the teachings of the present invention provided herein, one of ordinary skill in the related art will be able to contemplate these and similar implementations or configurations of the present invention.

Having described embodiments for a system and method for virtual endoscopy using registered images captured by an endo-robot, it is noted that modifications and variations can be made by persons skilled in the art in light of the above teachings. It is therefore to be understood that changes may be made in the particular embodiments of the invention disclosed which are within the scope and spirit of the invention as defined by the appended claims. Having thus described the invention with the details and particularity required by the patent laws, what is claimed and desired protected by Letters Patent is set forth in the appended claims.

## Brief Explanation of the Drawings

Figure 1 is a flow chart of a method according to an embodiment of the present disclosure;

Figure 2 is a diagram of an endo-robot according to an embodiment of the present disclosure;

Figure 3A is an illustration of a portion of a virtual endoscopy volume according to an embodiment of the present disclosure;

Figure 3B is an illustration of a gastrointestinal tract and associated images according to an embodiment of the present disclosure;

Figure 4 is a diagram of a computer system according to an embodiment of the present disclosure.

## Claims

1. A computer-implemented method for associating an image with an area of interest in a three-dimensional volume comprising:
  - modeling a volume as the three-dimensional volume;
  - tracking an image capturing device within the volume, storing position and orientation information of the image capturing device at a time when at least one image is captured;
  - determining a longitudinal distance traveled by the image capturing device at the time when the at least one image is captured;
  - registering the position, orientation and longitudinal distance of the image capturing device to a corresponding position within the three-dimensional volume;
  - determining an area of interest within the three-dimensional volume; and
  - determining the at least one image registered to correspond to the area of interest, wherein the at least one image is displayed and the area of interest is characterized.
2. The computer-implemented method of claim 1, wherein registering further comprises:
  - determining a centerline of the three-dimensional volume;
  - determining a correspondence between a track of the image capturing device and the centerline of the three-dimensional volume; and
  - registering the at least one image to a position within the three-dimensional volume.
3. The computer-implemented method of claim 1, wherein registering further comprises determining an initial position of the video capturing device and manually selecting a position corresponding to the initial position in the three-dimensional volume.

4. The computer-implemented method of claim 3, wherein the longitudinal distance is a distance of the video capturing device from the initial position.

5. The computer-implemented method of claim 1, wherein determining the at least one image comprises automatically displaying the at least one image in conjunction with the display of the corresponding position within the three-dimensional volume.

6. A program storage device readable by machine, tangibly embodying a program of instructions executable by the machine to perform method steps for associating an image with an area of interest in a three-dimensional volume, the method steps comprising:

modeling a volume as the three-dimensional volume;

tracking an image capturing device within the volume, storing position and orientation information of the image capturing device at a time when at least one image is captured;

determining a longitudinal distance traveled by the image capturing device at the time when the at least one image is captured;

registering the position, orientation and longitudinal distance of the image capturing device to a corresponding position within the three-dimensional volume;

determining an area of interest within the three-dimensional volume; and

determining the at least one image registered to correspond to the area of interest, wherein the at least one image is displayed and the area of interest is characterized.

7. The method of claim 6, wherein registering further comprises:

determining a centerline of the three-dimensional volume;

determining a correspondence between a track of the image capturing

device and the centerline of the three-dimensional volume; and  
registering the at least one image to a position within the three-dimensional volume.

8. The method of claim 6, wherein registering further comprises determining an initial position of the video capturing device and manually selecting a position corresponding to the initial position in the three-dimensional volume.

9. The method of claim 8, wherein the longitudinal distance is a distance of the video capturing device from the initial position.

10. The method of claim 6, wherein determining the at least one image comprises automatically displaying the at least one image in conjunction with the display of the corresponding position within the three-dimensional volume.

11. A method for viewing a virtual volume of a real space comprising:  
displaying a portion of the virtual volume of the real space;  
displaying, automatically and simultaneously, a registered image of the real space corresponding to the portion of the virtual volume in a second window;  
and  
characterizing the portion of the virtual volume based on the combination of the virtual volume and the registered image.

**ABSTRACT**

A method for associating an image with an area of interest in a three-dimensional volume includes modeling a volume as the three-dimensional volume [101], tracking an image capturing device within the volume, storing position and orientation information of the image capturing device at a time when at least one image is captured [102], and determining a longitudinal distance traveled by the image capturing device at the time when the at least one image is captured [103]. The method further includes registering the position, orientation and longitudinal distance of the image capturing device to a corresponding position within the three-dimensional volume [104], determining an area of interest within the three-dimensional volume, and determining the at least one image registered to correspond to the area of interest, wherein the at least one image is displayed and the area of interest is characterized [105].

[FIGURE 1]

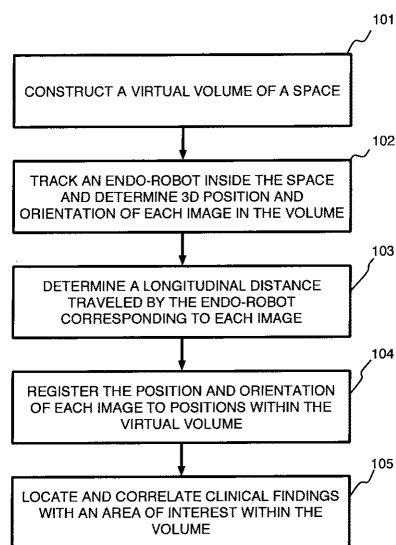


FIGURE 1

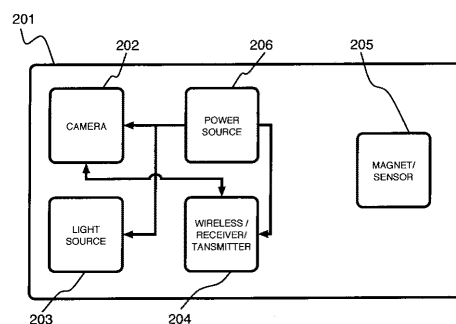


FIGURE 2



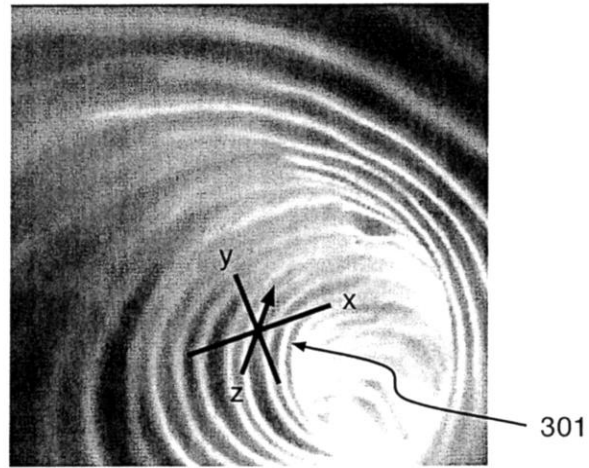


FIGURE 3A

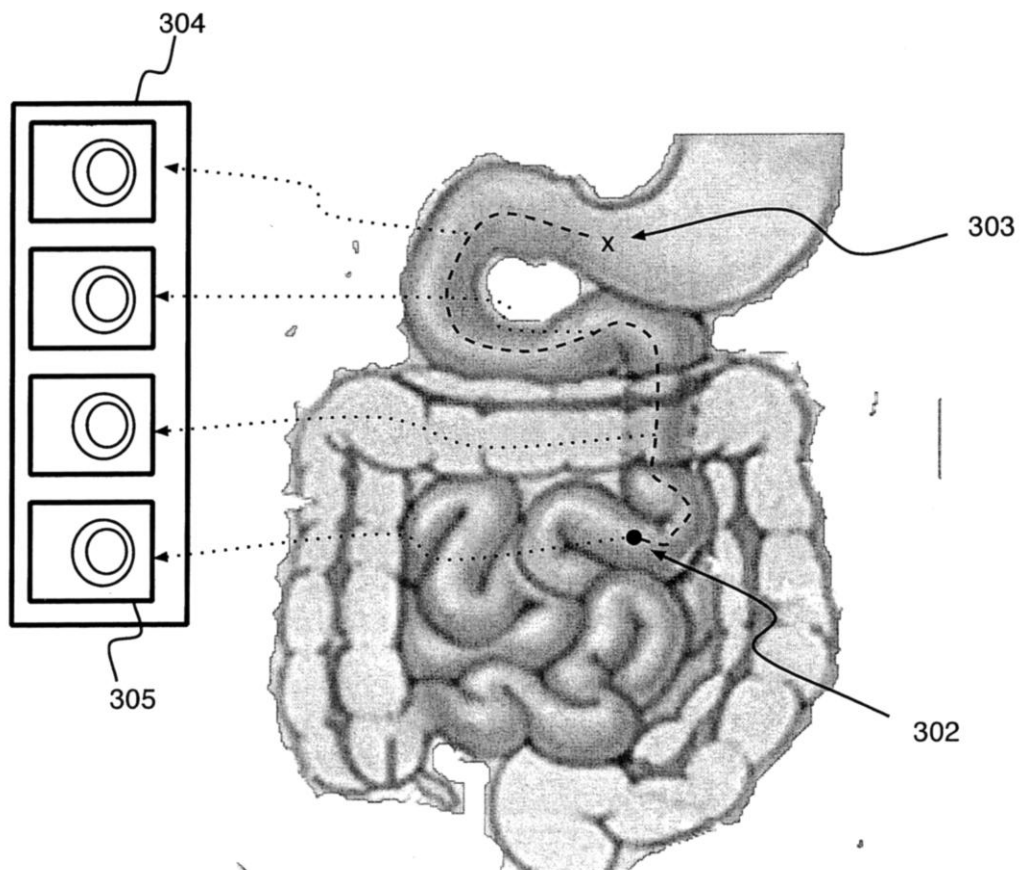


FIGURE 3B

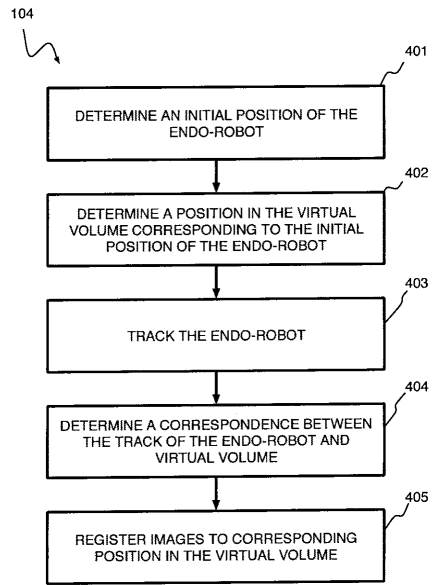


FIGURE 4

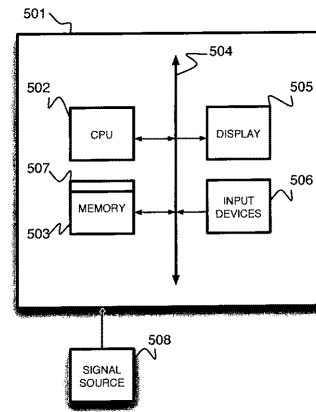


FIGURE 5

专利名称(译)	用于可记录视频内窥镜检查 and 虚拟内窥镜检查的方法和系统		
公开(公告)号	<a href="#">JP2006051332A</a>	公开(公告)日	2006-02-23
申请号	JP2005127207	申请日	2005-04-25
申请(专利权)人(译)	每次西门子公司研究股份有限公司莱特		
[标]发明人	フレッドエスアザール		
发明人	フレッド エス アザール		
IPC分类号	A61B1/04 A61B1/00 G06T1/00 A61B5/05 A61B5/06 A61B8/00 A61B19/00 G06T7/00		
CPC分类号	G06T7/0012 A61B1/00158 A61B5/06 A61B5/062 A61B34/10 A61B34/20 A61B90/36 A61B90/361 A61B2034/2051 A61B2034/2072 A61B2090/364 A61B2090/365 G06T7/80 G06T2200/04 G06T2207/30028		
FI分类号	A61B1/04.370 A61B1/00.320.B G06T1/00.315 A61B1/00.C A61B1/00.V A61B1/00.552 A61B1/00.610 A61B1/01 A61B1/04 A61B1/045.623		
F-TERM分类号	4C061/AA04 4C061/CC06 4C061/DD10 4C061/JJ17 4C061/JJ19 4C061/NN03 4C061/NN05 4C061/SS21 4C061/UU06 4C061/WW20 5B057/AA07 5B057/BA02 5B057/BA11 5B057/BA23 5B057/CA08 5B057/CA12 5B057/CA16 5B057/CB08 5B057/CB13 5B057/CB16 5B057/CC01 5B057/CD14 5B057/DA07 5B057/DA08 5B057/DA16 5B057/DB03 5B057/DB09 5B057/DC03 5B057/DC36 4C161/AA04 4C161/CC06 4C161/DD07 4C161/DD10 4C161/JJ17 4C161/JJ19 4C161/NN03 4C161/NN05 4C161/SS21 4C161/UU06 4C161/WW19 4C161/WW20		
代理人(译)	矢野俊夫		
优先权	60/564936 2004-04-23 US 11/108440 2005-04-18 US		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

# 摘要(译)

一种用于外部跟踪视频内窥镜检查的方法和系统。将给定体积建模为三维体积，跟踪该体积内的图像捕获设备，并在捕获至少一个图像时确定图像捕获设备的位置和方向。当捕获至少一个图像时，存储信息并建立图像捕获装置的垂直位移。记录图像捕获装置相对于三维体积中的对应位置的位置方向和垂直距离，确定三维体积中的关注区域，并至少记录与关注区域相对应的位置。包括定义一幅图像的步骤，其中显示至少一幅图像以表征感兴趣区域。[选型图]图1

