

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5421828号
(P5421828)

(45) 発行日 平成26年2月19日(2014.2.19)

(24) 登録日 平成25年11月29日(2013.11.29)

(51) Int.Cl.		F 1			
A 6 1 B	1/00	(2006.01)	A 6 1 B	1/00	3 2 0 Z
A 6 1 B	1/04	(2006.01)	A 6 1 B	1/04	3 7 0
A 6 1 B	6/03	(2006.01)	A 6 1 B	6/03	3 6 0 G
			A 6 1 B	6/03	3 7 7

請求項の数 12 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2010-60285 (P2010-60285)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成22年3月17日(2010.3.17)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開2011-193885 (P2011-193885A)		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(43) 公開日	平成23年10月6日(2011.10.6)	(74) 代理人	100073184
審査請求日	平成24年7月2日(2012.7.2)		弁理士 柳田 征史
		(74) 代理人	100090468
			弁理士 佐久間 剛
		(72) 発明者	北村 嘉郎
			東京都港区赤坂9丁目7番3号 富士フイルム株式会社内
		(72) 発明者	中村 佳児
			東京都港区赤坂9丁目7番3号 富士フイルム株式会社内
		審査官	原 俊文
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡観察支援システム、並びに、内視鏡観察支援装置、その作動方法およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検体の体腔内を表す3次元医用画像を形成する3次元医用画像形成手段と、
前記体腔内の注目構造物の前記3次元医用画像中での位置を特定する注目位置特定手段と、

前記体腔内に挿入された内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置をリアルタイムに検出する位置検出手段と、

前記3次元医用画像を入力として、前記特定された注目構造物の位置、および、前記検出された内視鏡または処置具の少なくとも一方の前記3次元医用画像中での位置に基づいて、前記注目構造物の位置を視点とし、前記内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置を視野に含み、該内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置が識別可能な態様で表された、前記視点から見た前記体腔内を表す仮想内視鏡画像を生成する仮想内視鏡画像生成手段と、

前記仮想内視鏡画像を表示する表示手段とを備えたことを特徴とする内視鏡観察支援システム。

【請求項2】

前記内視鏡によるリアルタイムの撮像によって該体腔内を表す実内視鏡画像を形成する実内視鏡画像形成手段をさらに備え、

前記表示手段が、前記仮想内視鏡画像の生成時に用いられた前記内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置が検出されたのとほぼ同じタイミングで形成された前記実内視鏡画

像をさらに表示するものであることを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡観察支援システム。

【請求項 3】

前記仮想内視鏡画像生成手段は、前記注目構造物から前記体腔内の構造物の表面までの距離に応じて前記仮想内視鏡画像の画素値を決定するものであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の内視鏡観察支援システム。

【請求項 4】

前記内視鏡または処置具の少なくとも一方と前記注目構造物とが所定の基準を満たす程度に接近している場合には警告を提示する警告手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の内視鏡観察支援システム。

10

【請求項 5】

前記仮想内視鏡画像生成手段は、前記内視鏡による撮像によって得られる実内視鏡画像に表された体腔内各部とほぼ同じ外観の前記仮想内視鏡画像が得られるように定義されたカラーテンプレートを用いて前記仮想内視鏡画像の画素値を決定するものであることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の内視鏡観察支援システム。

【請求項 6】

前記 3 次元医用画像中の前記体腔内の第 2 の注目構造物を検出する第 2 の注目構造物検出手段をさらに備え、

前記仮想内視鏡画像生成手段は、前記第 2 の注目構造物が視認可能な態様の前記仮想内視鏡画像を生成するものであることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の内視鏡観察支援システム。

20

【請求項 7】

前記注目構造物は前記内視鏡下での手術対象部位であることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の内視鏡観察支援システム。

【請求項 8】

前記注目構造物は前記内視鏡下での手術において注意を有する解剖学的構造物であることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の内視鏡観察支援システム。

【請求項 9】

前記注目構造物は前記内視鏡下での手術対象部位であり、前記第 2 の注目構造物は前記内視鏡下での手術において注意を有する解剖学的構造物であることを特徴とする請求項 6

30

【請求項 10】

内視鏡観察支援装置の作動方法であって、

当該内視鏡観察支援装置は 3 次元医用画像取得手段、注目位置特定手段、位置取得手段、仮想内視鏡画像生成手段および表示制御手段を有し、

前記 3 次元医用画像取得手段が、被検体の体腔内に挿入された内視鏡下での前記体腔内の観察より前または該観察中に、前記体腔内を表す 3 次元医用画像を形成するステップと

、前記注目位置特定手段が、前記体腔内の注目構造物の前記 3 次元医用画像中での位置を特定するステップと、

40

前記位置取得手段が、リアルタイムに検出された前記体腔内に挿入された内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置を取得するステップと、

前記仮想内視鏡画像生成手段が、前記 3 次元医用画像を入力として、前記特定された注目構造物の位置、および、前記検出された内視鏡または処置具の少なくとも一方の前記 3 次元医用画像中での位置に基づいて、前記注目構造物の位置を視点とし、前記内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置を視野に含み、該内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置が識別可能な態様で表された、前記視点から見た前記体腔内を表す仮想内視鏡画像を生成するステップと、

前記表示制御手段が、前記仮想内視鏡画像を表示するステップとを有することを特徴とする内視鏡観察支援装置の作動方法。

50

【請求項 1 1】

被検体の体腔内を表す 3 次元医用画像を取得する 3 次元医用画像取得手段と、
前記体腔内の注目構造物の前記 3 次元医用画像中での位置を特定する注目位置特定手段と、

位置検出手段によってリアルタイムに検出された前記体腔内に挿入された内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置を取得する位置取得手段と、

前記 3 次元医用画像を入力として、前記特定された注目構造物の位置、および、前記取得された内視鏡または処置具の少なくとも一方の前記 3 次元医用画像中での位置に基づいて、前記注目構造物の位置を視点とし、前記内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置を視野に含み、該内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置が識別可能な態様で表された、前記視点から見た前記体腔内を表す仮想内視鏡画像を生成する仮想内視鏡画像生成手段と、

前記仮想内視鏡画像を表示手段に表示させる表示制御手段とを備えたことを特徴とする内視鏡観察支援装置。

【請求項 1 2】

コンピュータに、

被検体の体腔内を表す 3 次元医用画像を取得するステップと、

前記体腔内の注目構造物の前記 3 次元医用画像中での位置を特定するステップと、

位置検出手段によってリアルタイムに検出された、前記体腔内に挿入された内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置を取得するステップと、

前記 3 次元医用画像を入力として、前記特定された注目構造物の位置、および、前記検出された内視鏡または処置具の少なくとも一方の前記 3 次元医用画像中での位置に基づいて、前記注目構造物の位置を視点とし、前記内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置を視野に含み、該内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置が識別可能な態様で表された、前記視点から見た前記体腔内を表す仮想内視鏡画像を生成するステップと、

前記実内視鏡画像と前記仮想内視鏡画像とを表示手段に表示させるステップとを実行させることを特徴とする内視鏡観察支援プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検体の体腔内に挿入された内視鏡下での手術や検査等における、内視鏡観察を支援する技術に関するものであり、特に、被検体の体腔内を表す仮想内視鏡画像を用いて内視鏡観察を支援する技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、腹腔鏡手術や胸腔鏡手術等の内視鏡下で行われる手術が注目されている。この内視鏡手術では、開腹や開胸等を行うことなく、内視鏡と処置具を刺入するための数センチ程度の穴を 2、3 個開けるだけで済むので、患者の負担が極めて小さいというメリットがある。一方で、内視鏡の限られた視野で手術を実施することは技術的難易度が高く、執刀を行う医師は熟練を要する。もし患者の血管や臓器を誤って傷つけてしまい、出血してしまった場合には、開腹、開胸等を伴う従来の手法による手術に移行せざるを得ない。

【0003】

一方、CT 等での撮影によって得られた 3 次元ボリューム画像から内視鏡と類似した画像を生成する仮想内視鏡技術が知られている。この技術は、特に大腸の腫瘍を発見するために、内視鏡検査をすることなく CT 撮影のみで腫瘍を発見する方法として北米で普及している。

【0004】

そして、仮想内視鏡画像を用いて内視鏡手術を支援する技術が提案されている。

【0005】

例えば、特許文献 1 には、内視鏡の位置をセンサで検出し、検出位置を視点とし、内視

10

20

30

40

50

鏡よりも広い画角を有する仮想内視鏡画像を生成し、内視鏡撮影で得られた実内視鏡画像と仮想内視鏡画像とを重畳表示する装置が記載されている。

【0006】

また、特許文献2には、内視鏡の位置をリアルタイムに検出し、内視鏡と同じ視野を有し、視野内の血管配置が視覚化された仮想内視鏡画像を生成するとともに、内視鏡下での手術に用いられる処置具の位置をリアルタイムに検出し、仮想内視鏡画像中での処置具の位置に処置具を表す画像を合成した画像を生成し、合成画像と実内視鏡画像を表示する装置が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2002-263053号公報

【特許文献2】特開2005-21353号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、これらの文献に記載された手法では、仮想内視鏡画像は実内視鏡画像と同じ視点、同じ観察方向の画像であるから、内視鏡や処置具と手術対象部位等の注目箇所との位置関係によっては、仮想内視鏡画像や実内視鏡画像中に注目箇所が表示されない可能性があり、注目箇所に対する内視鏡や処置具の接近状況が把握できないこともありうる。

【0009】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、被検体の体腔内に挿入された内視鏡下での体腔内の観察の際に、手術対象部位等の注目箇所に対する内視鏡や処置具の接近状況をより確実に把握可能なシステムおよび方法、並びに装置およびプログラムを提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の内視鏡観察支援システムは、被検体の体腔内を表す3次元医用画像を形成する3次元医用画像形成手段と、前記体腔内の(第1の)注目構造物の前記3次元医用画像中での位置を特定する注目位置特定手段と、前記体腔内に挿入された内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置をリアルタイムに検出する位置検出手段と、前記3次元医用画像を入力として、前記特定された(第1の)注目構造物の位置、および、前記検出された内視鏡または処置具の少なくとも一方の前記3次元医用画像中での位置に基づいて、前記(第1の)注目構造物の位置を視点とし、前記内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置を視野に含み、該内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置が識別可能な態様で表された、前記視点から見た前記体腔内を表す仮想内視鏡画像を生成する仮想内視鏡画像生成手段と、前記仮想内視鏡画像を表示する表示手段とを設けたことを特徴とする。

【0011】

本発明の内視鏡観察支援方法は、被検体の体腔内に挿入された内視鏡下での前記体腔内の観察より前または該観察中に、前記体腔内を表す3次元医用画像を形成するステップと、前記体腔内の(第1の)注目構造物の前記3次元医用画像中での位置を特定するステップと、前記体腔内に挿入された内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置をリアルタイムに検出するステップと、前記3次元医用画像を入力として、前記特定された(第1の)注目構造物の位置、および、前記検出された内視鏡または処置具の少なくとも一方の前記3次元医用画像中での位置に基づいて、前記(第1の)注目構造物の位置を視点とし、前記内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置を視野に含み、該内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置が識別可能な態様で表された、前記視点から見た前記体腔内を表す仮想内視鏡画像を生成するステップと、前記仮想内視鏡画像を表示するステップとを有することを特徴とすることを特徴とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 2 】

本発明の内視鏡観察支援装置は、被検体の体腔内を表す3次元医用画像を取得する3次元医用画像取得手段と、前記体腔内の(第1の)注目構造物の前記3次元医用画像中での位置を特定する注目位置特定手段と、位置検出手段によってリアルタイムに検出された前記体腔内に挿入された内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置を取得する位置取得手段と、前記3次元医用画像を入力として、前記特定された(第1の)注目構造物の位置、および、前記取得された内視鏡または処置具の少なくとも一方の前記3次元医用画像中での位置に基づいて、前記(第1の)注目構造物の位置を視点とし、前記内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置を視野に含み、該内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置が識別可能な態様で表された、前記視点から見た前記体腔内を表す仮想内視鏡画像を生成する仮想内視鏡画像生成手段と、前記仮想内視鏡画像を表示手段に表示させる表示制御手段とを設けたことを特徴とする。

10

【 0 0 1 3 】

本発明の内視鏡観察支援プログラムは、コンピュータに、被検体の体腔内を表す3次元医用画像を取得するステップと、前記体腔内の(第1の)注目構造物の前記3次元医用画像中での位置を特定するステップと、位置検出手段によってリアルタイムに検出された、前記体腔内に挿入された内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置を取得するステップと、前記3次元医用画像を入力として、前記特定された(第1の)注目構造物の位置、および、前記検出された内視鏡または処置具の少なくとも一方の前記3次元医用画像中での位置に基づいて、前記(第1の)注目構造物の位置を視点とし、前記内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置を視野に含み、該内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置が識別可能な態様で表された、前記視点から見た前記体腔内を表す仮想内視鏡画像を生成するステップと、前記実内視鏡画像と前記仮想内視鏡画像とを表示手段に表示させるステップとを実行させることを特徴とする。

20

【 0 0 1 4 】

以下、本発明の詳細について説明する。

【 0 0 1 5 】

本発明において、内視鏡によるリアルタイムの撮像によって体腔内を表す実内視鏡画像を形成するようにし、仮想内視鏡画像の生成時に用いられた内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置が検出されたのとほぼ同じタイミングで形成された実内視鏡画像をさらに表示するようにしてもよい。これにより、内視鏡での撮像によりリアルタイムに形成された実内視鏡画像と、実内視鏡画像の形成とほぼ同じタイミングで位置検出手段によってリアルタイムに検出された内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置を視野に含む仮想内視鏡画像とが表示される。

30

【 0 0 1 6 】

また、内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置の検出に応じて仮想内視鏡画像の生成を繰り返し行えば、実内視鏡画像も仮想内視鏡画像もリアルタイムに更新される。

【 0 0 1 7 】

なお、実内視鏡画像と仮想内視鏡画像の表示は、1つの表示装置に行ってもよいし、複数の表示装置に別々に行ってもよい。複数の表示装置は、両画像を同時に観察可能なように物理的に同じ場所に並べられて設置されていてもよいし、両画像を個別に観察するために物理的に離れた場所に設置されていてもよい。

40

【 0 0 1 8 】

本発明において、3次元医用画像の取得を内視鏡下での観察中に行う場合には、リアルタイムでその取得を行うようにしてもよい。その際、取得された3次元医用画像に対する画像認識処理により、内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置を検出するようにしてもよい。

【 0 0 1 9 】

「(第1の)注目構造物」の具体例としては、内視鏡下での手術対象部位や、手術において注意を有する解剖学的構造物、すなわち、血管や、臓器、腫瘍等が挙げられる。また

50

、(第1の)注目構造物の位置の具体的な特定方法は、公知の画像認識技術を用いた自動的方法、ユーザの手動操作による方法、両者を組み合わせた方法のいずれであってもよい。

【0020】

また、本発明において、複数の(第1の)注目構造物の位置を視点として、複数の仮想内視鏡画像を生成するようにしてもよい。

【0021】

「内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置を・・・検出」とは、体腔内に内視鏡のみが挿入されている場合における内視鏡の位置の検出、または、体腔内に内視鏡と処置具が挿入されている場合における、内視鏡の位置の検出、処置具の位置の検出、内視鏡と処置具の両方の位置の検出のいずれであってもよい。

10

【0022】

「仮想内視鏡画像」は、(第1の)注目構造物の位置を視点とするものであるが、視点の位置は、厳密な意味で、(第1の)注目構造物の表面や構造物内の位置には限定されず、本発明と実質的に等価な作用効果が得られる位置、例えば、(第1の)注目構造物から数画素程度離れた位置等であってもよい。

【0023】

また、「仮想内視鏡画像」は、内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置を視野に含むものであるが、視点((第1の)注目構造物の位置)から、内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置に向かう視線上の画像情報が仮想内視鏡画像に反映されていればよく、例えば、(第1の)注目構造物と内視鏡または処置具との間に、臓器や血管、ヒダ等の構造物がある場合等には、仮想内視鏡画像中に内視鏡または処置具が必ずしも表されていなくてもよい。

20

【0024】

さらに、「仮想内視鏡画像」は、内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置が識別可能な態様で表されたものである。ここで、3次元医用画像が内視鏡下での観察前に取得されたもの場合には、3次元医用画像の撮像・取得時には、被検体の体腔内に内視鏡または処置具はまだ挿入されていないので、仮想内視鏡画像生成時に、位置検出手段によって検出された位置に対応する仮想内視鏡画像中の位置に、内視鏡または処置具を表すマーカ等を合成すればよい。一方、3次元医用画像が内視鏡下での観察中にリアルタイムに取得されたものであり、その画像中に内視鏡または処置具が表されている場合には、仮想内視鏡画像中にもその内視鏡または処置具が描出されるように仮想内視鏡画像を生成すればよい。

30

【0025】

「仮想内視鏡画像」の生成の際、注目構造物から体腔内の構造物の表面までの距離を仮想内視鏡画像の画素値の決定要素として用いてもよい。また、実内視鏡画像に表された体腔内各部とほぼ同じ外観の仮想内視鏡画像が得られるように定義されたカラーテンプレートを用いてもよい。ただし、このカラーテンプレートには、例えば、体腔内各部の色が実内視鏡画像とほぼ同じになるように定義されたものとしつつ、体腔内各部を必要に応じて半透明化し、実内視鏡画像では前方の遮蔽物等により観察することのできない後方の構造物を視認できるように定義されたものも含まれる。

40

【0026】

また、本発明において、3次元医用画像中の体腔内の第2の注目構造物を検出するようにし、検出された第2の注目構造物が視認可能な態様の仮想内視鏡画像を生成するようにしてもよい。ここで、「第2の注目構造物」の具体例としては、第1の注目構造物と同様のものが挙げられる。したがって、例えば、第1の構造物は内視鏡下での手術対象部位とし、第2の注目構造物は手術において注意を有する解剖学的構造物とするか、あるいは、その逆とすることが考えられる。

【0027】

さらに、本発明において、内視鏡または処置具の少なくとも一方と注目構造物とが所定

50

の基準を満たす程度に接近している場合には警告を提示するようにしてもよい。警告は仮想内視鏡画像中等に視覚的に提示してもよいし、他の感覚器に訴える方法で提示してもよい。

【発明の効果】

【0028】

本発明では、被検体の体腔内を表す3次元医用画像が取得され、体腔内の注目構造物の3次元医用画像中での位置が特定され、体腔内に挿入された内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置がリアルタイムに検出され、3次元医用画像を入力として、注目構造物の位置を視点とし、内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置を視野に含み、内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置が識別可能な態様で表された、仮想内視鏡画像が生成、表示される。ここで、表示される仮想内視鏡画像は、あたかも、手術対象部位や要注意箇所等の注目構造物において内視鏡や処置具の接近を監視するカメラで得られる画像のようになるので、この本発明独自の仮想内視鏡画像で実内視鏡画像の狭い視野を補うことによって、注目構造物に対する内視鏡や処置具の接近状況をより確実に把握することができ、手術や検査等における手技のミス等の防止に資する。

10

【0029】

また、このとき、内視鏡や処置具の位置をリアルタイムに検出した結果のフィードバックによって仮想内視鏡の視野がリアルタイムに変更された仮想内視鏡画像が連続的に表示されるので、注目構造物への内視鏡や処置具の接近を、動的に、よりの確に捉えることが可能になる。

20

【0030】

さらに、内視鏡によるリアルタイムの撮像によって体腔内を表す実内視鏡画像を形成するようにし、仮想内視鏡画像の生成時に用いられた内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置が検出されたのとほぼ同じタイミングで形成された実内視鏡画像をさらに表示すれば、表示される実内視鏡画像と仮想内視鏡画像とは、ほぼ同じ時点での体腔内の状態が表されたものとなり、実内視鏡画像と仮想内視鏡画像とが時間的同期を取って連続的に表示される。また、このとき、内視鏡または処置具の少なくとも一方の位置の検出に応じて仮想内視鏡画像の生成を繰り返し行えば、実内視鏡画像も仮想内視鏡画像もリアルタイムに更新される。すなわち、内視鏡の移動や回転等の操作に連動して実内視鏡画像の視野が変化するとともに、内視鏡や処置具の移動等の操作に連動して仮想内視鏡画像の視野も変化させることができる。このように、実内視鏡画像と仮想内視鏡画像によって相互補完的に体腔内を観察することが可能になる。

30

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明の実施の形態となる内視鏡観察支援システムのハードウェア構成図

【図2】本発明の第1から第3の実施形態における内視鏡観察支援システムの機能ブロック図

【図3】本発明の第1から第3の実施形態における内視鏡観察支援処理の流れを表したフローチャート

【図4】実内視鏡、処置具、注目構造物の位置関係、および、実内視鏡と仮想内視鏡の画角の一例を模式的に表した図

40

【図5】本発明の第1の実施形態で表示される実内視鏡画像の一例を模式的に表した図

【図6】本発明の第1の実施形態で表示される仮想内視鏡画像の一例を模式的に表した図

【図7A】注目構造物と処置具との位置関係の一例を模式的に表した図

【図7B】本発明の第2の実施形態で表示される仮想内視鏡画像の一例を模式的に表した図

【図8A】本発明の第3の実施形態における、視点からの腹腔内の解剖学的構造物の表面までの距離に応じて仮想内視鏡画像の表示色を変化させるためのカラーテンプレートの一例を模式的に表した図

【図8B】本発明の第3の実施形態における、視点からの距離に応じて表示色を変化させ

50

た仮想内視鏡画像の一例を模式的に表した図

【図 9】本発明の第 4 の実施形態における内視鏡観察支援システムの機能ブロック図

【図 10】本発明の第 4 の実施形態における内視鏡観察支援処理の流れを表したフローチャート

【図 11】本発明の第 4 の実施形態における警告表示の一例を模式的に表した図

【図 12】本発明の第 5 の実施形態における内視鏡観察支援システムの機能ブロック図

【図 13】本発明の第 5 の実施形態における内視鏡観察支援処理の流れを表したフローチャート

【図 14 A】注目構造物と要注意構造物との位置関係の一例を模式的に表した図

【図 14 B】本発明の第 5 の実施形態で表示される仮想内視鏡画像の一例を模式的に表した図 10

【図 15】本発明の第 6 の実施形態における内視鏡観察支援システムの機能ブロック図

【図 16】本発明の第 6 の実施形態における内視鏡観察支援処理の流れを表したフローチャート

【図 17 A】実内視鏡画像と仮想内視鏡画像を合成する際の各画像の画角を模式的に表した図

【図 17 B】実内視鏡画像と仮想内視鏡画像の合成画像の一例を模式的に表した図

【図 18 A】実内視鏡画像の他の一例を模式的に表した図

【図 18 B】血管のみを表す仮想内視鏡画像の一例を模式的に表した図

【図 18 C】実内視鏡画像と仮想内視鏡画像の重畳画像の一例を模式的に表した図 20

【発明を実施するための形態】

【0032】

以下、本発明の実施の形態となる内視鏡観察支援システムについて説明する。

【0033】

図 1 は、この内視鏡観察支援システムの概要を示すハードウェア構成図である。図に示したように、このシステムは、内視鏡 1、デジタルプロセッサ 2、光源装置 3、実内視鏡画像用ディスプレイ 4、モダリティ 5、処置具 6、内視鏡用マーカー 7 a、処置具用マーカー 7 b、位置センサ 8、画像処理ワークステーション 9、画像処理ワークステーション用ディスプレイ（以下、WS ディスプレイ）10 から構成されている。

【0034】 30

本実施形態では、内視鏡 1 は腹腔用の硬性鏡であり、被検体の腹腔内に挿入される。光源装置 3 から光ファイバーで導かれた光が内視鏡 1 の先端部から照射され、内視鏡 1 の撮像光学系により被検体の腹腔内の画像が得られる。デジタルプロセッサ 2 は、内視鏡 1 で得られた撮像信号をデジタル画像信号に変換し、ホワイトバランス調整やシェーディング補正等のデジタル信号処理によって画質の補正を行った後、DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) 規格で規定された付帯情報を付加して、実内視鏡画像データ (I_{RE}) を出力する。出力された実内視鏡画像データ (I_{RE}) は、DICOM 規格に準拠した通信プロトコルに従って、LAN 経由で画像処理ワークステーション 9 に送信される。また、デジタルプロセッサ 2 は、実内視鏡画像データ (I_{RE}) をアナログ信号に変換して実内視鏡画像用ディスプレイ 4 に出力し、実内視鏡画像用ディスプレイ 4 には実内視鏡画像 (I_{RE}) が表示される。内視鏡 1 での撮像信号の取得は所定のフレームレートで行われるので、実内視鏡用ディスプレイ 4 では、実内視鏡画像 (I_{RE}) が腹腔内を表す動画として表示される。さらに、内視鏡 1 では、ユーザの操作に応じて静止画撮影も可能である。

【0035】 40

モダリティ 5 は、被検体の検査対象部位を撮影することにより、その部位を表す 3 次元医用画像の画像データ (V) を生成する装置であり、ここでは CT 装置とする。この 3 次元医用画像データ (V) にも DICOM 規格で規定された付帯情報が付加されている。また、3 次元医用画像データ (V) も、DICOM 規格に準拠した通信プロトコルに従って、LAN 経由で画像処理ワークステーション 9 に送信される。

【0036】 50

内視鏡用マーカー 7 a、処置具用マーカー 7 b、および、位置センサ 8 は、公知の 3 次元位置計測装置を構成する。内視鏡用マーカー 7 a、処置具用マーカー 7 b は、各々、内視鏡 1 および処置具 6 の手元付近に設けられており、光学式の位置センサ 8 によって、所定の時間間隔で各マーカー 7 a、7 b の 3 次元位置が検出される。内視鏡用マーカー 7 a、処置具用マーカー 7 b は、各々、複数のマーカー片から構成されているので、位置センサ 8 は、各マーカー片の位置関係から内視鏡 1 や処置具 6 の向きも検出可能であり、オフセット計算によって、内視鏡 1 や処置具 6 の先端部の 3 次元位置 (PS_E 、 PS_T) を算出することができる。位置センサ 8 は、算出された内視鏡 1 および処置具 6 の 3 次元位置データ (PS_E 、 PS_T) を、USB インターフェースを介して画像処理ワークステーション 9 に送信する。

10

【0037】

画像処理ワークステーション 9 は、CPU、主記憶装置、補助記憶装置、入出力インターフェース、通信インターフェース、データバス等の周知のハードウェア構成を備えたコンピュータであり、入力装置（ポインティングデバイス、キーボード等）や、WS ディスプレイ 10 が接続されている。また、画像処理ワークステーション 9 は、デジタルプロセッサ 2 やモダリティ 5 とは LAN 接続されており、位置センサ 8 とは USB 接続されている。さらに、画像処理ワークステーション 9 は、周知のオペレーティングシステムや各種アプリケーション・ソフトウェア等がインストールされたものであり、本発明の内視鏡観察支援処理を実行させるためのアプリケーションもインストールされている。これらのソフトウェアは、CD-ROM 等の記録媒体からインストールされたものであってもよいし、インターネット等のネットワーク経由で接続されたサーバの記憶装置からダウンロードされた後にインストールされたものであってもよい。

20

【0038】

図 2 は、本発明の第 1 の実施形態における内視鏡観察支援システムを機能レベルで分割したブロック図である。図に示したように、本発明の第 1 の実施形態となる内視鏡観察支援システムは、内視鏡 1、実内視鏡画像形成部 2、実内視鏡画像用ディスプレイ 4、3 次元医用画像形成部 5、処置具 6、WS ディスプレイ 10、内視鏡位置検出部 11、処置具位置検出部 12、実内視鏡画像取得部 21、内視鏡位置取得部 22、処置具位置取得部 23、3 次元医用画像取得部 24、注目位置特定部 25、仮想内視鏡画像生成部 26、表示制御部 27 から構成されている。なお、図 1 に示したハードウェア機器と図 2 に示した各機能ブロックとが概ね 1 対 1 に対応する場合には同じ符号を付している。すなわち、実内視鏡画像形成部 2 の機能は図 1 のデジタルプロセッサによって実現され、3 次元医用画像形成部 5 の機能は図 1 のモダリティによって実現される。一方、内視鏡位置検出部 11 の機能は、内視鏡用マーカー 7 a および位置センサ 8 によって、処置具位置検出部 12 の機能は、処置具用マーカー 7 b および位置センサ 8 によって、各々実現される。また、破線枠は画像処理ワークステーション 9 を示しており、破線枠内の各処理部の機能は、画像処理ワークステーション 9 で所定のプログラムを実行することによって実現される。さらに、破線枠内の、実内視鏡画像 I_{RE} 、内視鏡位置 P_E 、処置具位置 P_T 、3 次元医用画像 V 、注目位置 P_I 、仮想内視鏡画像 I_{VE} は、各々、破線枠内の各処理部によって、画像処理ワークステーション 9 の所定のメモリ領域に対して読み書きされるデータである。

30

40

【0039】

次に、図 3 に示したフローチャートを用いて、本発明の第 1 の実施形態となる内視鏡観察支援システムで行われるユーザの操作や、上記各処理部で行われる処理の概略的な流れを説明する。

【0040】

まず、内視鏡 1 を用いた被検体の腹腔内の観察に先立って、3 次元医用画像形成部 5 による被検体の腹腔内の撮像により、3 次元医用画像 V が形成される。画像処理ワークステーション 9 では、3 次元医用画像取得部 24 が、3 次元医用画像形成部 5 によって形成された 3 次元医用画像 V を取得した後 (#1)、注目位置特定部 25 が、3 次元医用画像取得部 24 によって取得された 3 次元医用画像 V に表された体腔内の注目構造物（例えば手術対

50

象部位)の指定操作を受け付けるユーザインターフェースを提示し、取得された3次元医用画像Vに基づいて、指定された注目構造物の3次元医用画像V中での位置 P_I を特定する(#2)。

【0041】

そして、図3のフローチャートの右側に付記したように、注目構造物を対象とする内視鏡下手術中、すなわち、内視鏡1を用いた被検体の腹腔内の観察中は、観察が終了するまで(#7; YES)、実内視鏡画像形成部2は、所定のフレームレートで、体腔内に挿入された内視鏡1による実内視鏡画像 I_{RE} を繰り返し形成し、形成された実内視鏡画像 I_{RE} は実内視鏡画像用ディスプレイ4にスルー動画としてリアルタイムに表示される。また、内視鏡位置検出部11および処置具位置検出部12は、各々、所定の時間間隔で、体腔内に挿入された内視鏡1および処置具6の各々の位置 PS_E 、 PS_T を繰り返しリアルタイムに検出する。

10

【0042】

画像処理ワークステーション9では、実内視鏡画像取得部21が、実内視鏡画像形成部2で形成された実内視鏡画像 I_{RE} を取得し(#3)、これとほぼ同じタイミングで、内視鏡位置取得部22が、内視鏡位置検出部11で検出された内視鏡位置 PS_E を取得し、取得された内視鏡位置 PS_E を3次元医用画像Vの座標系における位置に変換して得られた内視鏡位置 P_E を出力するとともに、処置具位置取得部23が、処置具位置検出部12で検出された処置具位置 PS_T を取得し、取得された処置具位置 PS_T を3次元医用画像Vの座標系における位置に変換して得られた処置具位置 P_T を出力する(#4)。

20

【0043】

仮想内視鏡画像生成部26は、3次元医用画像取得部24によって取得された3次元医用画像Vを入力として、注目位置特定部25によって特定された注目構造物の位置 P_I 、および、内視鏡位置取得部22によって取得された内視鏡位置 P_E 、処置具位置取得部23によって取得された処置具位置 P_T に基づいて、仮想内視鏡画像 I_{VE} を生成する(#5)。ここで、仮想内視鏡画像 I_{VE} は、注目構造物の位置 P_I を視点とし、処置具位置 P_T を視野の中心として、被検体の腹腔内を表した画像であり、処置具6を表す形状画像、および、仮想内視鏡画像 I_{VE} の視野内に内視鏡位置 P_E が存在する場合には内視鏡1を表す形状画像が合成されたものである。

30

【0044】

そして、表示制御部27は、実内視鏡画像取得部21によって取得された実内視鏡画像 I_{RE} と、仮想内視鏡画像生成部26によって生成された仮想内視鏡画像 I_{VE} とを1画面中に並べてWSディスプレイ10に表示させる(#6)。

【0045】

画像処理ワークステーション9では、観察終了を指示する操作が行わない限り(#7; No)、新たな実内視鏡画像 I_{RE} の取得(#3)、その時点での内視鏡位置 P_E および処置具位置 P_T の取得(#4)、仮想内視鏡画像 I_{VE} の生成(#5)、実内視鏡画像 I_{RE} と仮想内視鏡画像 I_{VE} の表示の更新(#6)が繰り返し行われる。これにより、WSディスプレイ10では、実内視鏡画像 I_{RE} と仮想内視鏡画像 I_{VE} とが時間的に同期した連続表示が実現される。一方、観察終了を指示する操作が行われた場合には(#7; Yes)、画像処理ワークステーション9は、上記ステップ#3から#6までの繰り返し処理を終了する。

40

【0046】

次に、画像処理ワークステーション9内の各処理部で行われる処理の詳細について説明する。

【0047】

実内視鏡画像取得部21は、実内視鏡画像形成部(デジタルプロセッサ)2との通信により、実内視鏡画像 I_{RE} を受信し、画像処理ワークステーション9の所定のメモリ領域の格納する通信インターフェースであり、実内視鏡画像取得部21からの要求に基づいて実内視鏡画像形成部2から実内視鏡画像 I_{RE} が転送される。図5は実内視鏡画像 I_{RE} の一例を模式的に表したものである。

50

【 0 0 4 8 】

内視鏡位置取得部 2 2 は、内視鏡位置検出部 1 1 との通信により内視鏡位置 PS_E を取得する通信インターフェースとしての機能と、取得した内視鏡位置 PS_E を位置センサ 8 の 3 次元座標系から 3 次元医用画像 V の 3 次元座標系の座標値で表現された内視鏡位置 P_E に変換して画像処理ワークステーション 9 の所定のメモリ領域に格納する機能とを有する。前者の通信インターフェース機能では、内視鏡位置取得部 2 2 からの要求ベースで内視鏡位置検出部 1 1 から内視鏡位置 PS_E が取得される。また、後者の座標変換機能では、位置センサの 3 次元座標系における各座標軸と 3 次元医用画像 V の 3 次元座標系における各座標軸との向きの対応関係に基づいて、座標軸の回転量を予め求めておくとともに、3 次元医用画像 V の原点に相当する被検体中の位置の、位置センサ 8 の 3 次元座標系における座標値を予め計測しておき、この原点の座標値に基づいて、両座標軸の平行移動量を求めておけば、その回転量の回転とその平行移動量の平行移動を行う行列を用いて、位置センサ 8 の 3 次元座標系で表現された内視鏡位置 PS_E を 3 次元医用画像 V の 3 次元座標系の座標値で表現された内視鏡位置 P_E に変換することができる。

10

【 0 0 4 9 】

処置具位置取得部 2 3 は、内視鏡位置取得部 2 2 と同様に、処置具位置検出部 1 2 との通信により処置具位置 PS_T を取得する通信インターフェースとしての機能と、取得した処置具位置 PS_T を位置センサ 8 の 3 次元座標系から 3 次元医用画像 V の 3 次元座標系の座標値で表現された処置具位置 P_T に変換して画像処理ワークステーション 9 の所定のメモリ領域に格納する機能とを有する。

20

【 0 0 5 0 】

3 次元医用画像取得部 2 4 は、3 次元医用画像形成部 5 から 3 次元医用画像 V を受信し、画像処理ワークステーション 9 の所定のメモリ領域に格納する通信インターフェース機能を有する。

【 0 0 5 1 】

注目位置特定部 2 5 は、公知の M P R 法により 3 次元医用画像 V から生成された所定の断面を表す断面画像中に、画像処理ワークステーション 9 のポインティングデバイスやキーボードを用いて注目構造物の指定する操作を受け付けるユーザインターフェースを提示する。例えば、ポインティングデバイスによって、断面画像中の注目構造物がクリックされると、注目位置特定部 2 5 は、クリックにより指定された注目構造物の 3 次元医用画像 V 中での位置 P_I を特定し、画像処理ワークステーション 9 の所定のメモリ領域に格納する。ここで、注目構造物として、手術対象の部位や手術時における要注意箇所等が、ユーザの所望に応じて指定される。

30

【 0 0 5 2 】

仮想内視鏡画像生成部 2 6 は、3 次元医用画像 V を入力として、注目構造物の位置 P_I 、および、内視鏡位置 P_E 、処置具位置 P_T に基づいて、仮想内視鏡画像 I_{VE} を生成する。図 4 は、内視鏡 1、処置具 6、注目構造物 P_I の位置関係、および、内視鏡 1 と仮想内視鏡の画角の一例を模式的に表したものである。図に示したように、仮想内視鏡画像生成部 2 6 は、注目構造物の位置 P_I を視点とし、処置具位置 P_T を視野の中心として、画角 A_V の範囲内で、視点 P_I からの放射状の複数の視線を設定し、公知の中心投影によるボリュームレンダリング法により、各視線上の画素値を投影した仮想内視鏡プレ画像を生成する。ここで、仮想内視鏡プレ画像の画角 A_V は、実内視鏡画像 I_{RE} の画角 A_R よりも広くなるように、プログラムの起動パラメータによって設定されている。また、ボリュームレンダリングの際には、実内視鏡画像 I_{RE} に表された腹腔内各部とほぼ同じ外観の画像が得られるように色や透明度が予め定義されたカラーテンプレートが用いられる。さらに、仮想内視鏡画像生成部 2 6 は、処置具位置 P_T に処置具 6 が存在する状態を表す処置具形状画像 M_T 、および、仮想内視鏡画像 I_{VE} の視野内に内視鏡位置 P_E が存在する場合には、内視鏡位置 P_E に内視鏡 1 が存在する状態を表す内視鏡形状画像 M_E を生成する。具体的には、処置具形状画像 M_T や内視鏡形状画像 M_E は、上記特許文献 2 に記載されたように、データベースに格納された内視鏡 1 や処置具 6 の形状を表す画像と、処置具位置 P_T や内視鏡位置

40

50

P_E に基づいて生成される。そして、仮想内視鏡画像生成部 26 は、仮想内視鏡プレ画像と処置具形状画像 M_T や内視鏡形状画像 M_E を、アルファブレンディング等の公知の手法により合成することにより、仮想内視鏡画像 I_{VE} を生成する。図 6 は、生成された仮想内視鏡画像 I_{VE} の一例を模式的に表したものであり、視野のほぼ中央の処置具位置 P_T に処置具 6 を表す形状画像 M_T が重畳表示され、さらに視野内の内視鏡位置 P_E に内視鏡 1 を表す形状画像 M_E が重畳表示され、全体としては、内視鏡下手術中に図 4 の注目構造物 P_I の位置から腹腔内を内視鏡で見た様子を仮想的に表現した画像となっている。

【0053】

表示制御部 27 は、実内視鏡画像 I_{RE} と仮想内視鏡画像 I_{VE} とを 1 画面に並べた表示画面を生成し、WS ディスプレイ 10 に出力する。これにより、WS ディスプレイ 10 には、図 5 に模式的に例示された実内視鏡画像 I_{RE} と図 6 に模式的に例示された仮想内視鏡画像 I_{VE} とを並べた表示画面が表示される。

【0054】

以上のように、本発明の第 1 の実施形態では、内視鏡 1 を用いた腹腔内の観察に先立って、3次元医用画像取得部 24 が、3次元医用画像形成部 5 によって形成された 3次元医用画像 V を取得し、注目位置特定部 25 が腹腔内の注目構造物の 3次元医用画像 V 中での位置 P_I を特定しておき、観察の際には、実内視鏡画像取得部 21 が、実内視鏡画像形成部 2 によって形成された実内視鏡画像 I_{RE} を取得し、それと同時に、内視鏡位置取得部 22 が、内視鏡位置検出部 11 によって検出された内視鏡 1 の 3次元医用画像 V 中での位置 P_E を取得するとともに、処置具位置取得部 23 が、処置具位置検出部 12 によって検出された処置具 6 の 3次元医用画像 V 中での位置 P_T を検出し、仮想内視鏡画像生成部 26 が、注目構造物の位置 P_I を視点とし、処置具位置 P_T を視野の中心とし、内視鏡 1 および処置具 6 が各々内視鏡位置 P_E および処置具位置 P_T に合成された仮想内視鏡画像 I_{VE} を 3次元医用画像 V から生成し、表示制御部 27 が実内視鏡画像 I_{RE} と仮想内視鏡画像 I_{VE} を WS ディスプレイ 10 に表示させる。これにより、表示された仮想内視鏡画像 I_{VE} は、あたかも、注目構造物の位置 P_I において内視鏡 1 や処置具 6 の接近を監視するカメラで得られる画像のようになるので、この仮想内視鏡画像 I_{VE} で実内視鏡画像 I_{RE} の狭い視野を補うことによって、注目構造物に対する内視鏡 1 や処置具 6 の接近状況をより確実に把握することができ、手術や検査等における手技のミス等の防止に資する。

【0055】

また、このとき、内視鏡位置検出部 11 や処置具位置検出部 12 が内視鏡 1 や処置具 6 の位置をリアルタイムに検出した結果のフィードバックによって仮想内視鏡の視野がリアルタイムに変更された仮想内視鏡画像 I_{VE} が連続的に表示されるので、注目構造物への内視鏡 1 や処置具 6 の接近を、動的に、よりの確に捉えることが可能になる。

【0056】

さらに、実内視鏡画像形成部 2 が、内視鏡 1 によるリアルタイムの撮像によって体腔内を表す実内視鏡画像 I_{RE} を形成し、仮想内視鏡画像 I_{VE} の生成時に用いられた内視鏡 1 または処置具 6 の位置が検出されたのとほぼ同じタイミングで形成された実内視鏡画像 I_{RE} がさらに表示されるので、実内視鏡画像 I_{RE} と仮想内視鏡画像 I_{VE} とは、ほぼ同じ時点での体腔内の状態が表されたものとなり、実内視鏡画像 I_{RE} と仮想内視鏡画像 I_{VE} とが時間的同期を取って連続的に表示される。また、このとき、内視鏡 1 の移動や回転等の操作に連動して実内視鏡画像 I_{RE} の視野が変化するとともに、処置具 6 の移動等の操作に連動して仮想内視鏡画像 I_{VE} の視野も変化する。このように、本発明の第 1 の実施形態では、実内視鏡画像 I_{RE} と仮想内視鏡画像 I_{VE} によって相互補完的に体腔内を観察することが可能になる。

【0057】

さらにまた、仮想内視鏡画像生成部 26 が、実内視鏡画像 I_{RE} に表された腹腔内各部とほぼ同じ外観の画像が得られるように色や透明度が予め定義されたカラーテンプレートをを用いて仮想内視鏡画像 I_{VE} を生成するので、表示制御部 27 によって実内視鏡画像 I_{RE} と仮想内視鏡画像 I_{VE} とが並べられて WS ディスプレイ 10 に表示された際、両画像を違和

10

20

30

40

50

感なく観察することができる。

【 0 0 5 8 】

本発明の第 2 の実施形態は、仮想内視鏡画像生成部 2 6 におけるボリュームレンダリング処理の変形例であり、内視鏡観察支援システムのハードウェア構成、および、機能ブロック、処理の全体的な流れは、第 1 の実施形態と同様である。

【 0 0 5 9 】

図 7 A は、注目構造物と処置具 6 との位置関係の一例を模式的に表したものである。図に示したように、仮想内視鏡画像 I_{VE} の視点となる注目構造物の位置 P_I と処置具位置 P_T との間を解剖学的構造物が遮っている場合、その解剖学的構造物の不透明度が高くなるようにカラーテンプレートが定義されていると、その解剖学的構造物の後方にある処置具 6 は仮想内視鏡画像 I_{VE} には描出されなくなってしまう。そこで、本発明の第 2 の実施形態では、仮想内視鏡画像生成部 2 6 が、体腔内各部を半透明に表示するように不透明度が定義されたカラーテンプレートを用いて仮想内視鏡画像 I_{VE} を生成するようにする。これにより、生成された仮想内視鏡画像 I_{VE} は、図 7 B に模式的に表したように、注目構造物の位置 P_I と処置具位置 P_T との間にある解剖学的構造物が半透明化され、その解剖学的構造物の後方にある処置具位置 P_T に対応する位置に処置具形状画像 M_T が視認可能なものとなる。このように腹腔内の解剖学的構造物を半透明化した画像は、実内視鏡画像形成部 2 で形成することは不可能であるから、この半透明化された仮想内視鏡画像 I_{VE} を実内視鏡画像 I_{RE} を補完するものとして用いることは、実用的価値が極めて高い。

【 0 0 6 0 】

本発明の第 3 の実施形態も、仮想内視鏡画像生成部 2 6 におけるボリュームレンダリング処理の変形例であり、内視鏡観察支援システムのハードウェア構成、および、機能ブロック、処理の全体的な流れは、第 1 の実施形態と同様である。

【 0 0 6 1 】

図 8 A は、本発明の第 3 の実施形態で用いられるカラーテンプレートの一例を模式的に表したものである。図に示したように、このカラーテンプレートは、注目構造物上の視点 P_I から腹腔内の構造物の表面までの距離に応じて仮想内視鏡画像 I_{VE} の色を変化させるように定義されている。仮想内視鏡画像生成部 2 6 は、例えば、中心投影の際の各視線において、所定の閾値以上に画素値が急激に変化する位置、あるいは、画素値が所定の閾値以上となる位置を腹腔内の構造物の表面として検出し、視点 P_I から腹腔内の構造物の表面までの距離を算出しておき、このカラーテンプレートを用いて、検出された構造物の表面の仮想内視鏡画像 I_{VE} での画素値を決定するにすれば、図 8 B に模式的に例示したように、生成される仮想内視鏡画像 I_{VE} は、構造物の表面の注目構造物の位置 P_I からの距離が近いほど色が淡く、その距離が遠いほど色が濃いものとなる。このようにすれば、遠近感を捉えにくい仮想内視鏡画像 I_{VE} の遠近感を補うことが可能になり、内視鏡 1 や処置具 6 の接近状況をより容易に把握できるようになる。なお、内視鏡 1 の形状画像 M_E や処置具の形状画像 M_T も、上記と同様に、注目構造物の位置 P_I からの距離に応じて、仮想内視鏡画像 I_{VE} 中に表示される色や濃度を変化させるようにしてもよい。

【 0 0 6 2 】

本発明の第 4 の実施形態は、図 9 の機能ブロック図に示したように、第 1 の実施形態に警告判定部 2 8 を付加した構成となっており、内視鏡観察支援システムのハードウェア構成は、第 1 の実施形態と同様である。

【 0 0 6 3 】

この警告判定部 2 8 は、画像処理ワークステーション 9 に実装される処理部であり、内視鏡位置 P_E と注目構造物の位置 P_I との間の距離、および、処置具位置 P_T と注目構造物の位置 P_I との間の距離を算出し、算出された距離のいずれかが所定の閾値よりも小さい場合、すなわち、内視鏡 1 または処置具 6 が注目構造物に許容できない程度に接近している場合に、警告メッセージ WM を出力するものである。

【 0 0 6 4 】

図 1 0 は、本発明の第 4 の実施形態における内視鏡観察支援処理の流れを表したフロー

10

20

30

40

50

チャートであり、図に示したように、第1の実施形態のステップ#6の実内視鏡画像 I_{RE} と仮想内視鏡画像 I_{VE} の表示の後、警告判定部28が、上記距離の各々と上記閾値とを比較し(#11)、上記距離のいずれかが上記閾値よりも小さい場合(#11; Yes)、警告メッセージWMを出力し、表示制御部27が、図11に例示したように、許容できない程度に接近した内視鏡1または処置具6(図では内視鏡1)の近傍に「接近注意」のコメント付きの矢印マークを重畳表示させ、さらに、その内視鏡1または処置具6を表す形状画像の表示色を濃くする。これにより、注目構造物に対して、内視鏡1または処置具6が異常に接近した状態を容易に認識することが可能になり、内視鏡1や処置具6の誤操作の未然防止に資する。このような警告表示は、注目位置特定部25において、注目構造物として、手術時に傷をつけると大出血を招く血管等が指定された場合に特に効果的である。

10

【0065】

なお、警告メッセージを外部に出力する方法は、上記のように仮想内視鏡画像 I_{VE} に重畳表示する方法の他、警告音や音声を出力する方法であってもよいし、警告メッセージの重畳表示と警告音等の出力の両方を行ってもよい。また、上記距離に応じた危険度を段階的に定義した危険度判定テーブルを予め用意しておき、警告判定部28が、算出された距離に基づいてこの危険度判定テーブルを参照して危険度を決定し、この危険度の値を警告メッセージWMとして出力し、表示制御部27が危険度に応じたアイコン等をWSディスプレイ10に表示させるようにしてもよい。

【0066】

本発明の第5の実施形態は、図12の機能ブロック図に示したように、第1の実施形態に要注意構造物検出部29を付加した構成となっており、内視鏡観察支援システムのハードウェア構成は、第1の実施形態と同様である。

20

【0067】

要注意構造物検出部29は、画像処理ワークステーション9に実装される処理部であり、3次元医用画像Vを入力として、公知の画像認識手法により、要注意構造物領域RAを検出する。図14Aは、注目構造物と要注意構造物との位置関係の一例を模式的に表したものである。この例では、要注意構造物検出部29は公知の血管抽出処理を行うことにより、腹壁の裏側にある注意すべき血管領域RAを検出している。

【0068】

図13は、本発明の第5の実施形態における内視鏡観察支援処理の流れを表したフローチャートであり、図に示したように、第1の実施形態のステップ#2で注目位置 P_1 を特定した後、要注意構造物検出部29が要注意構造物領域RAを検出する(#13)。また、ステップ#5において、仮想内視鏡画像生成部26は、要注意構造物領域RAが視認可能になるように定義されたカラーテンプレートを用いて仮想内視鏡画像 I_{VE} を生成する。図14Bは、生成される仮想内視鏡画像 I_{VE} の一例を模式的に表したものである。図に示した仮想内視鏡画像 I_{VE} は、腹壁を表す画素の半透明化され、血管を表す画素の視認性が高くなるように色や不透明度が定義されたカラーテンプレートを用いることによって生成されたものである。これにより、要注意構造物の視認性が高まるので、第4の実施形態と同様、内視鏡1や処置具6の誤操作の未然防止に資する。

30

【0069】

なお、要注意構造物検出部29は、ユーザの手動操作により要注意構造物領域RAを検出するようにしてもよい。また、要注意構造物領域RAに対して、矢印等のマーカータキストコメント等のアノテーションを重畳表示させるようにしてもよい。

40

【0070】

本発明の第6の実施形態は、3次元医用画像Vを内視鏡を用いた観察時にリアルタイムに形成、取得するものであり、この場合、第1の実施形態のハードウェア構成(図1参照)のうち、内視鏡用マーカー7a、処置具用マーカー7b、位置センサ8は不要である。

【0071】

図15は、本発明の第6の実施形態における内視鏡観察支援システムの機能ブロック図である。図に示したように、第1の実施形態の内視鏡位置検出部11、処置具位置検出部

50

12、内視鏡位置取得部22、処置具位置取得部23の代わりに、内視鏡・処理具位置認識部30を付加した構成となっている。すなわち、内視鏡・処置具位置認識部30は、本発明の位置検出手段に相当する。

【0072】

内視鏡・処置具位置認識部30は、画像処理ワークステーション9に実装される処理部であり、3次元医用画像Vを入力として、公知のパターン認識処理により、3次元医用画像V中の内視鏡1または処置具6を表す領域を抽出し、内視鏡位置 P_E および処置具位置 P_T を認識する。

【0073】

図16は、本発明の第6の実施形態における内視鏡観察支援処理の流れを表したフローチャートである。図に示したように、第1の実施形態のステップ#3で実内視鏡画像 I_{RE} の取得が行われた後、3次元医用画像取得部24による3次元医用画像Vの取得が行われ(#14)、内視鏡・処置具位置認識部30が、3次元医用画像取得部24によって取得された3次元医用画像Vに基づいて内視鏡位置 P_E および処置具位置 P_T を認識する(#15)。また、ステップ#5において、仮想内視鏡画像生成部26は、内視鏡・処置具位置認識部30で抽出された内視鏡1または処置具6を表す領域が所定の色で表示されるように定義されたカラーテンプレートを用いて仮想内視鏡画像 I_{VE} を生成する。したがって、第1の実施形態のように、内視鏡1や処置具6の形状画像を生成する必要はない。このように、3次元医用画像Vを内視鏡を用いた観察時にリアルタイムで形成、取得するようにすれば、取得された3次元医用画像Vは、実内視鏡画像 I_{RE} とほぼ同じ時点での腹腔内の様子を表したものでなるので、内視鏡下での観察前に取得された3次元医用画像Vを用いた場合よりも実際の腹腔内の様子がリアルタイムに正確に再現された仮想内視鏡画像 I_{VE} が生成される。ただし、この実施形態では、ステップ#1およびステップ#14で3次元医用画像Vの撮像の際、座標軸の原点に対応する被検体の位置や座標軸の向きが変動しないよう、撮影体位に注意する必要がある。

【0074】

なお、本発明の第6の実施形態の場合、被検体の被曝量低減のため、モダリティ5としては超音波診断装置を用いるのが好ましい。

【0075】

上記の各実施形態はあくまでも例示であり、上記のすべての説明が本発明の技術的範囲を限定的に解釈するために利用されるべきものではない。

【0076】

この他、上記の実施形態におけるシステム構成、ハードウェア構成、処理フロー、モジュール構成、ユーザインターフェースや具体的処理内容等に対して、本発明の趣旨から逸脱しない範囲で様々な改変を行ったものも、本発明の技術的範囲に含まれる。

【0077】

例えば、システム構成については、上記の実施形態では、図1のハードウェア構成では、モダリティ5と画像処理ワークステーション9が直接接続されているが、画像保管サーバをLAN上に接続し、モダリティ5で形成された3次元医用画像Vは、いったん画像保管サーバのデータベースに格納されるようにし、画像処理ワークステーション9からの要求に応じて、画像保管サーバから画像処理ワークステーション9に3次元医用画像Vが転送されるようにしてもよい。

【0078】

また、内視鏡1は、硬性鏡ではなく、軟性鏡やカプセル型内視鏡を用いてもよい。

【0079】

モダリティ5は、上記のCT装置や超音波診断装置のほか、MRI装置等を用いてもよい。

【0080】

WSディスプレイ10は、公知の立体視表示に対応したディスプレイとし、仮想内視鏡画像 I_{VE} を立体視用の画像として表示するようにしてもよい。例えば、WSディスプレイ

10

20

30

40

50

10として左右両眼用の2つの視差画像を用いて立体視表示を実現する方式のものを採用した場合、仮想内視鏡画像生成部26は、注目構造物の位置 P_I から左右両眼の視差の分だけずらした各眼の位置を設定し、設定された各眼の位置を視点とする中心投影により、左右各眼用の仮想内視鏡視差画像を生成するようにし、表示制御部27が、左眼用の仮想内視鏡視差画像をWSディスプレイ10の左眼用の表示画素に表示させ、右眼用の仮想内視鏡視差画像をWSディスプレイ10の右眼用の表示画素に表示させるように制御すればよい。

【0081】

内視鏡位置検出部11や処置具位置検出部12は、磁気式のものを用いてもよいし、上記特許文献2に記載されているように、ジャイロやロータリーエンコーダ等を用いてもよい。

10

【0082】

さらに、観察部位は腹腔内ではなく、胸腔内等、内視鏡下での観察に適した被検体の他の部位であってもよい。

【0083】

画像処理ワークステーション9においては、上記実施形態では、実内視鏡画像形成部2で実内視鏡画像 I_{RE} が形成される周期は、仮想内視鏡画像生成部26で仮想内視鏡画像 I_{VE} が生成される周期よりも短いものとして、通信負荷を考慮して、実内視鏡画像取得部21からの要求ベースでの画像受信としているが、実内視鏡画像形成部2で順次形成される実内視鏡画像 I_E のすべてを実内視鏡画像取得部21が受信するようにしてもよい。この場合、表示制御部27が、仮想内視鏡画像生成部26による仮想内視鏡画像 I_{VE} の生成タイミングとは非同期に、実内視鏡画像 I_{RE} の受信の度にWSディスプレイ10の実内視鏡画像 I_{RE} の表示を更新させるようにしてもよい。

20

【0084】

内視鏡位置取得部22は、内視鏡位置検出部11で所定の時間間隔で検出される内視鏡位置 PS_E のすべてを受信しておき、図3のステップ#4の処理が呼び出されるタイミングで受信した内視鏡位置 PS_E のみを後者の座標変換機能によって内視鏡位置 P_E に変換して出力するようにしてもよい。処置具位置取得部23についても同様である。

【0085】

また、内視鏡位置取得部22や処置具位置取得部23で行われる座標変換を仮想内視鏡画像生成部26で行うようにしてもよい。

30

【0086】

注目位置特定部25は、公知の画像認識技術(血管や臓器の抽出手法や異常陰影検出手法等)を用いて注目位置を自動的に特定するようにしてもよい。

【0087】

仮想内視鏡画像生成部26では、処置具位置 P_T を視野の中心にして処置具6が必ず視野に入るようにする代わりに、内視鏡位置 P_E を視野の中心にして内視鏡1が必ず視野に入るようにしてもよい。また、内視鏡位置 P_E と処置具位置 P_T の midpoint 等のように、線分 P_E-P_T の内分点を視野の中心にし、内視鏡1と処置具6の両方が視野に入るように画角を設定するようにしてもよい。さらに、注目構造物の位置 P_I 、内視鏡位置 P_E 、処置具位置 P_T の各位置間の距離に応じて画角や拡大率を調整するようにしてもよい。例えば、各位置間の距離が短い場合には、各位置間の距離が長い場合よりも、画角を狭く設定するとともに、拡大率を大きく設定するようにすれば、視野内が拡大され、観察しやすくなる。

40

【0088】

また、仮想内視鏡画像 I_{VE} 中に内視鏡1や処置具6を表す形状画像を合成表示する代わりに、内視鏡位置 P_E や処置具位置 P_T に矢印等のマーカーを表示するようにしてもよい。

【0089】

さらに、仮想内視鏡画像生成部26は、仮想内視鏡画像 I_{VE} を複数の注目位置、例えば、手術対象部位と要注意血管と、要注意臓器というように、複数の注目位置を視点とする仮想内視鏡画像 I_{VE} を生成するようにしてもよい。

50

【 0 0 9 0 】

また、画像処理ワークステーション 9 において、上記の実内視鏡画像 I_{RE} と仮想内視鏡画像 I_{VE} 以外の画像をさらに生成して表示させるようにしてもよい。例えば、図 17 A に模式的に例示したように、内視鏡位置 P_E を視点とし、画像中の対象物が実内視鏡画像 I_{RE} と同じサイズになるような拡大率で、画角 A_V が内視鏡 1 の画角 A_E よりも広い仮想内視鏡画像をさらに生成し、図 17 B に模式的に例示したように、生成された仮想内視鏡画像と実内視鏡画像とを、視野の中心の位置、すなわち、内視鏡位置 P_E を合わせて、仮想内視鏡画像の上に実内視鏡画像を重ねたような画像を新たに生成して表示させるようにしてもよい。

【 0 0 9 1 】

10

あるいは、実内視鏡画像と仮想内視鏡画像の合成画像を生成するようにしてもよい。例えば、図 18 A に模式的に例示した実内視鏡画像に、図 18 B に模式的に例示した、血管構造のみ視覚化した仮想内視鏡画像を合成し、図 18 C に模式的に例示したような、血管構造を強調した実内視鏡画像を生成するようにしてもよい。

【 符号の説明 】

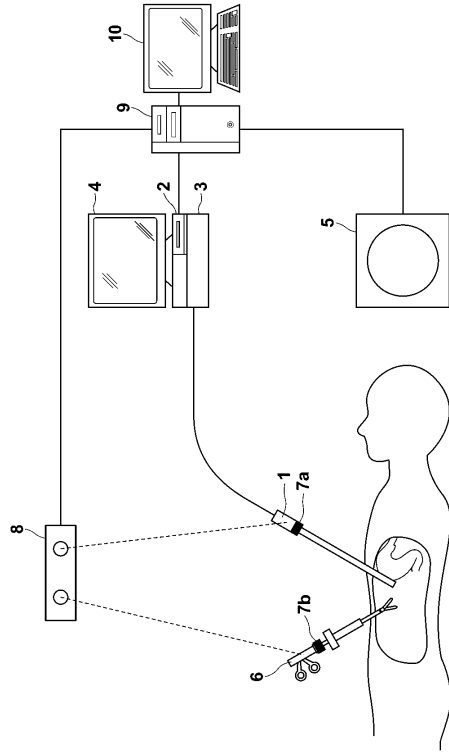
【 0 0 9 2 】

- 1 内視鏡
- 2 デジタルプロセッサ
- 3 光源装置
- 4 実内視鏡画像用ディスプレイ
- 5 モダリティ
- 6 処置具
- 7 a 内視鏡用マーカー
- 7 b 処置具用マーカー
- 8 位置センサ
- 9 画像処理ワークステーション
- 10 画像処理ワークステーション用ディスプレイ
- 11 内視鏡位置検出部
- 12 処置具位置検出部
- 21 実内視鏡画像取得部
- 22 内視鏡位置取得部
- 23 処置具位置取得部
- 24 3次元医用画像取得部
- 25 注目位置特定部
- 26 仮想内視鏡画像生成部
- 27 表示制御部
- 28 警告判定部
- 29 要注意構造物検出部
- 30 内視鏡・処置具位置認識部

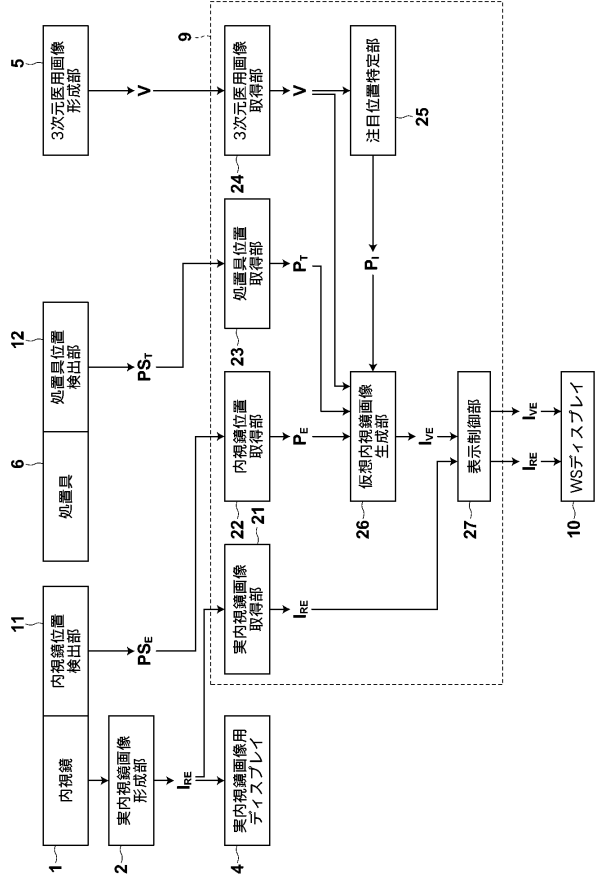
20

30

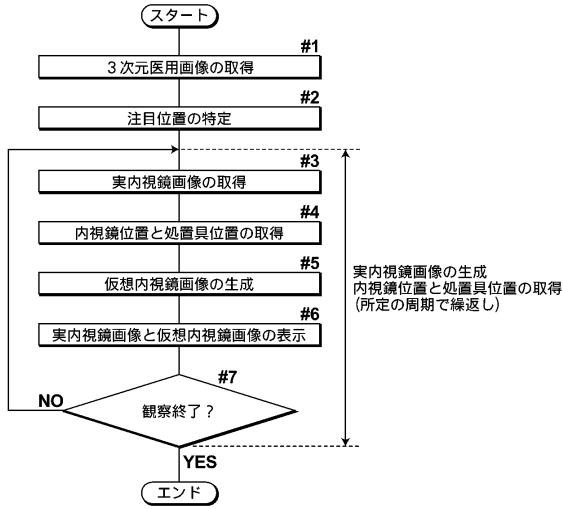
【図1】



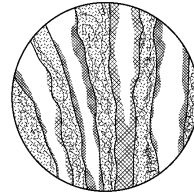
【図2】



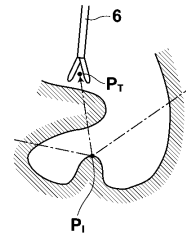
【図3】



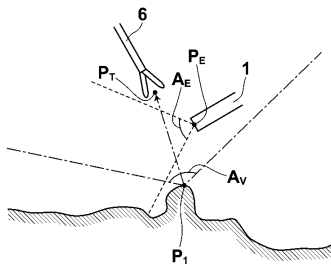
【図5】



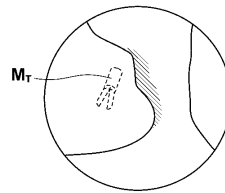
【図7A】



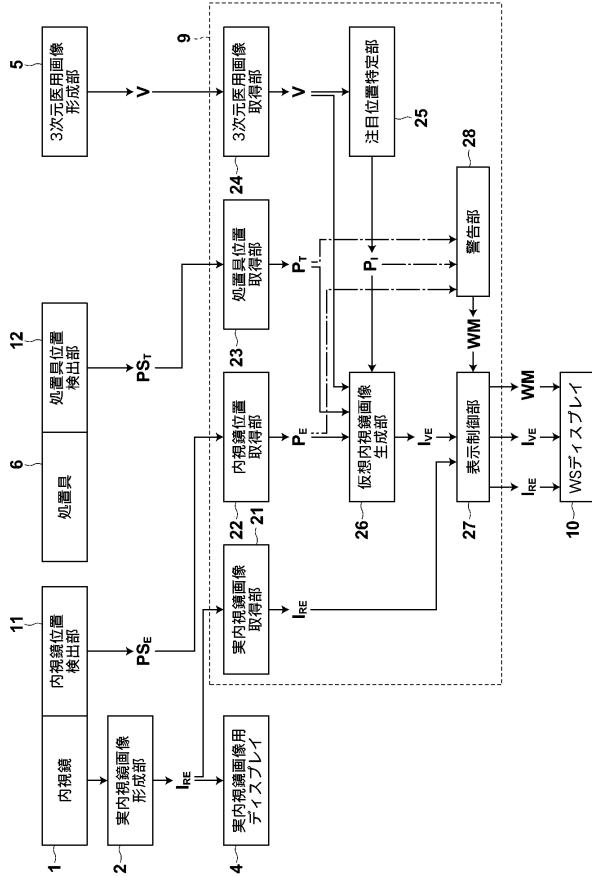
【図4】



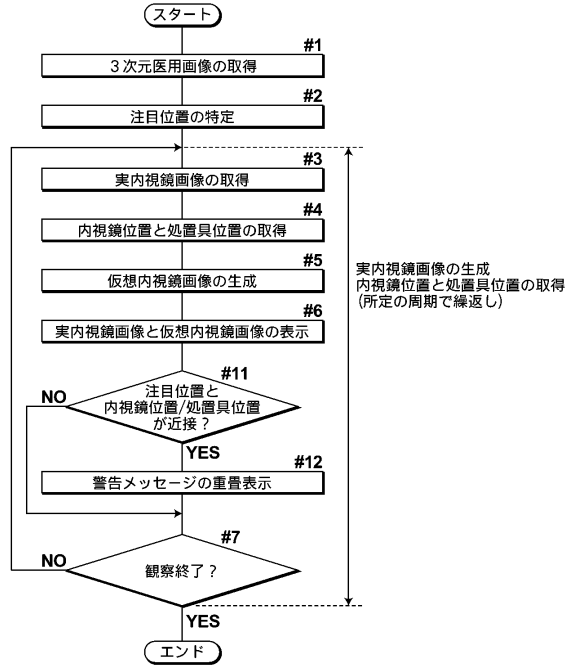
【図7B】



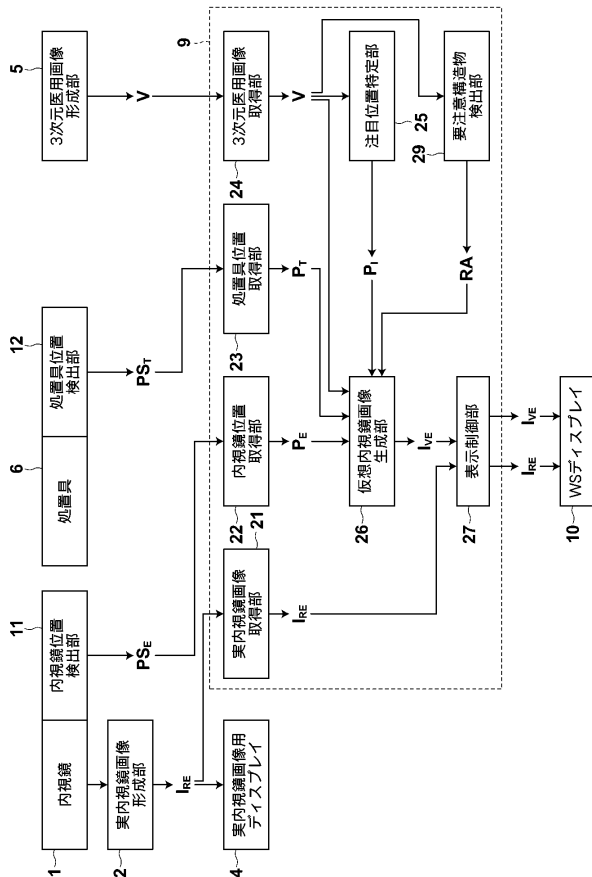
【図9】



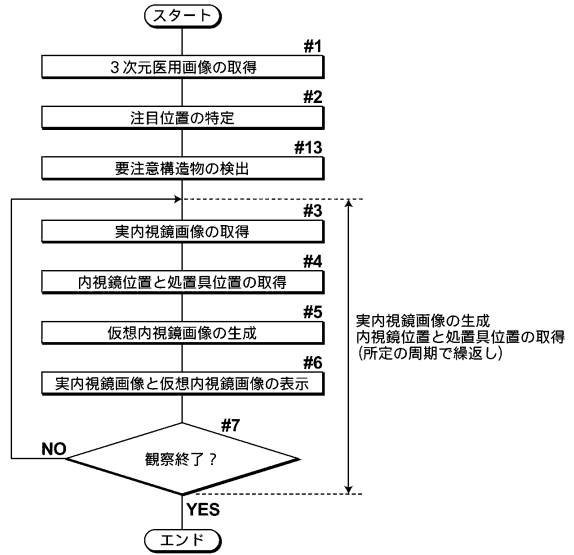
【図10】



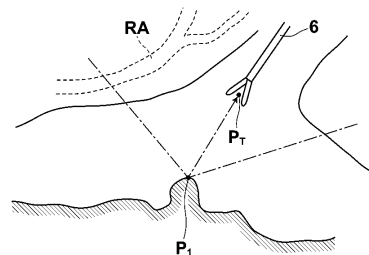
【図12】



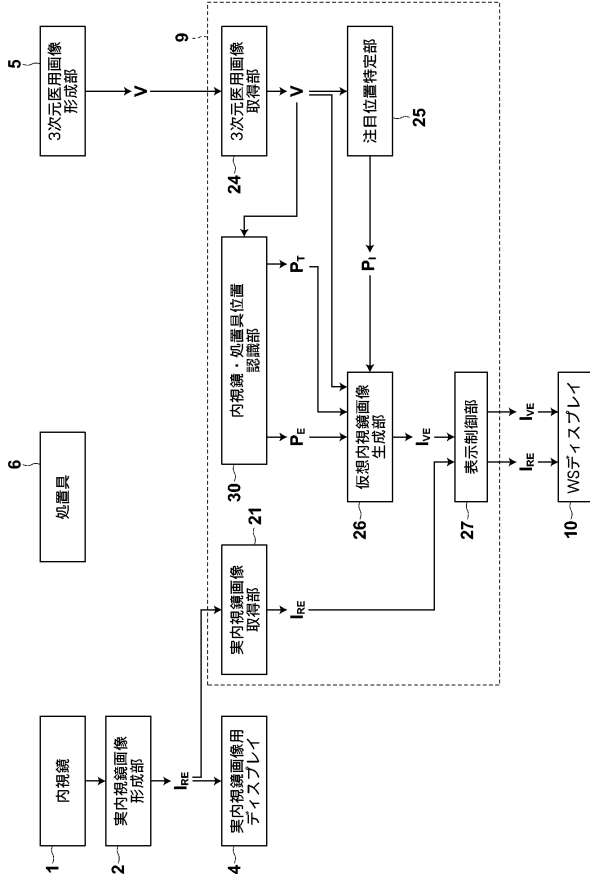
【図13】



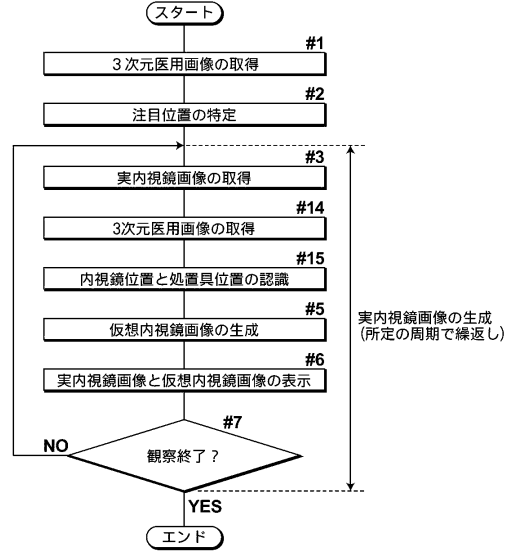
【図14A】



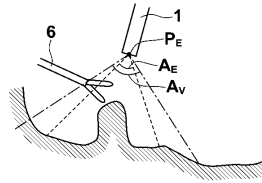
【図15】



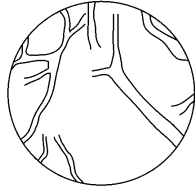
【図16】



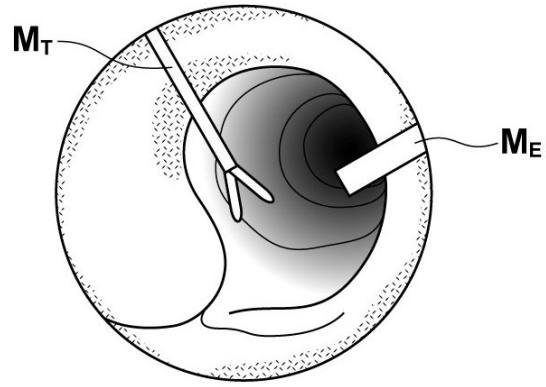
【図17A】



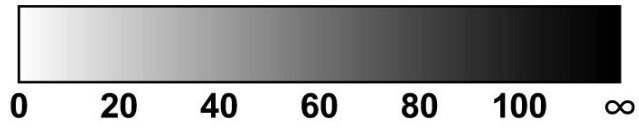
【図18B】



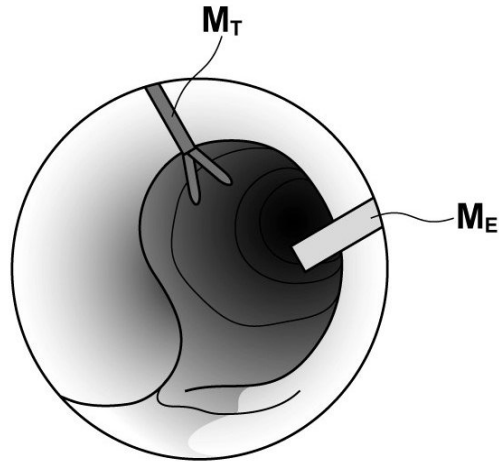
【図6】



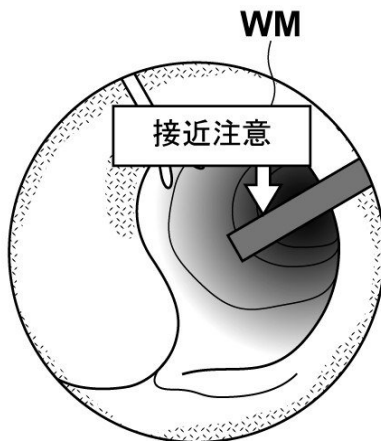
【図8A】



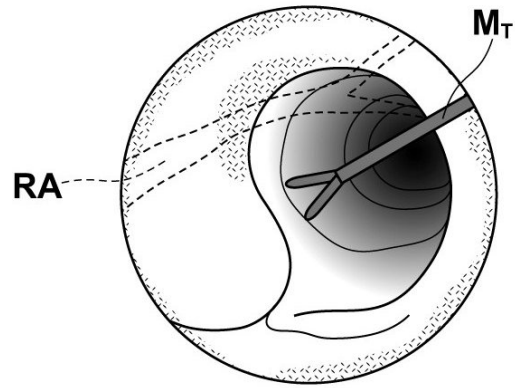
【図8B】



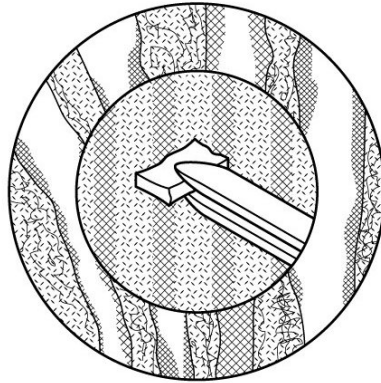
【図11】



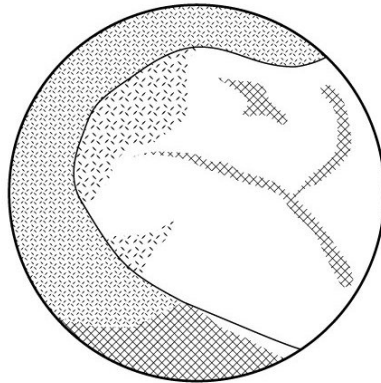
【 14 B】



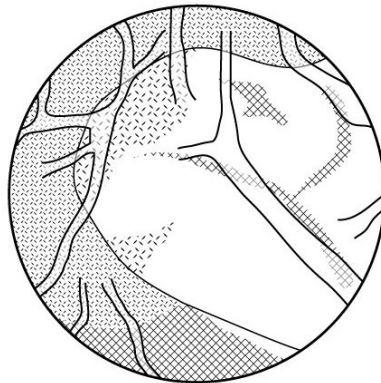
【 17 B】



【 18 A】



【 18 C】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-211529(JP,A)
特開平11-000309(JP,A)
特開2006-198032(JP,A)
特開2007-029232(JP,A)
米国特許第06016439(US,A)
特表2002-510230(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 1/00
A61B 1/04
A61B 6/03

专利名称(译)	内窥镜观察支持系统，内窥镜观察支持设备，操作方法和程序		
公开(公告)号	JP5421828B2	公开(公告)日	2014-02-19
申请号	JP2010060285	申请日	2010-03-17
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	北村嘉郎 中村佳晃		
发明人	北村 嘉郎 中村 佳晃		
IPC分类号	A61B1/00 A61B1/04 A61B6/03		
CPC分类号	A61B1/00009 A61B1/00045 A61B1/00193 A61B5/064 A61B6/5247		
FI分类号	A61B1/00.320.Z A61B1/04.370 A61B6/03.360.G A61B6/03.377 A61B1/00.V A61B1/00.334.Z A61B1/00.552 A61B1/00.620 A61B1/01 A61B1/018 A61B1/04 A61B1/045.620 A61B1/045.623		
F-TERM分类号	4C061/CC06 4C061/DD01 4C061/GG22 4C061/HH21 4C061/HH51 4C061/HH56 4C061/JJ17 4C061/NN05 4C061/WW01 4C061/WW04 4C093/AA25 4C093/AA26 4C093/CA23 4C093/DA01 4C093/DA02 4C093/DA03 4C093/FB11 4C093/FF28 4C093/FF37 4C093/FF42 4C093/FF43 4C093/FG01 4C093/FG16 4C161/CC06 4C161/DD01 4C161/GG22 4C161/HH21 4C161/HH51 4C161/HH56 4C161/JJ10 4C161/JJ17 4C161/NN05 4C161/WW01 4C161/WW04 4C161/YY07 4C161/YY12		
代理人(译)	佐久间刚		
其他公开文献	JP2011193885A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：当在插入到对象的体腔内的内窥镜下观察体腔内部时，更可靠地掌握内窥镜和治疗工具到目标部分（例如手术目标部位）的接近状态。输入由三维医学图像形成单元5形成的三维医学图像，将由目标位置指定单元25指定的关注结构的位置作为视点，并且将内窥镜位置检测单元11或治疗用于生成虚拟内窥镜图像的虚拟内窥镜图像生成，其中包括由工具位置检测单元12检测到的内窥镜或治疗工具中的至少一个的位置作为视野并且其位置以可识别的方式表示部分26，并使显示控制部分27在WS显示器10上显示所生成的虚拟内窥镜图像。 .The

图 1

