

(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2013-25292

(P2013-25292A)

(43) 公開日 平成25年2月4日 (2013. 2. 4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 0 2 B 23/24 (2006.01)	G O 2 B 23/24 B	2 H O 4 O
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 O O E	4 C 1 6 1
A 6 1 B 1/04 (2006.01)	A 6 1 B 1/04 3 7 O	5 C 1 2 2
H O 4 N 5/225 (2006.01)	H O 4 N 5/225 C	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2011-163107 (P2011-163107)	(71) 出願人	000000376
(22) 出願日	平成23年7月26日 (2011. 7. 26)		オリンパス株式会社
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
		(74) 代理人	100106909
			弁理士 棚井 澄雄
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100094400
			弁理士 鈴木 三義
		(74) 代理人	100086379
			弁理士 高柴 忠夫
		(74) 代理人	100129403
			弁理士 増井 裕士

最終頁に続く

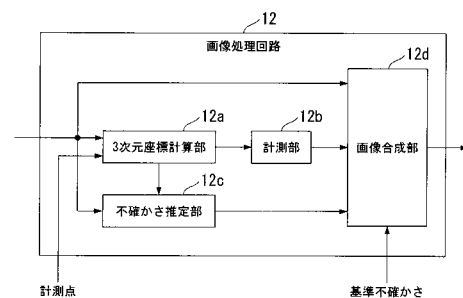
(54) 【発明の名称】 内視鏡装置およびプログラム

(57) 【要約】

【課題】計測値の精度をユーザに知らせることができる内視鏡装置およびプログラムを提供する。

【解決手段】3次元座標計算部12aは、画像上で指定された計測位置および画像における所定位置のそれぞれに対応する3次元座標を計算する。計測部12bは、計測位置に対応する3次元座標に基づいて被写体のサイズを計測する。不確かさ推定部12cは、画像における所定位置のそれぞれに対応する3次元座標のばらつきの推定値を計算し、3次元座標のばらつきの推定値に基づいて、画像における所定位置のそれぞれについて、被写体のサイズを計測した場合の計測値のばらつきの推定値を計算する。画像合成部12dは、計測値のばらつきの推定値に基づいて、計測値のばらつきを示す情報を画像データに合成する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被写体を撮像して画像データを生成する撮像部と、
入力装置を介して入力される指示に基づいて、前記画像データに基づく画像における計測位置を指定する指定部と、
前記計測位置に対応する 3 次元座標を計算する第 1 の計算部と、
前記計測位置に対応する 3 次元座標に基づいて前記被写体のサイズを計測する計測部と、
前記画像における複数の位置のそれぞれに対応する 3 次元座標のばらつきの推定値を計算し、前記 3 次元座標のばらつきの推定値に基づいて、前記複数の位置のそれぞれについて、前記被写体のサイズを計測した場合の計測値のばらつきの推定値を計算する第 2 の計算部と、
前記計測値のばらつきの推定値に基づいて、前記計測値のばらつきを示す情報を表示する表示部と、
を備えたことを特徴とする内視鏡装置。

10

【請求項 2】

前記第 2 の計算部は、前記複数の位置のそれぞれを基準位置とする複数の領域を設定し、前記領域内で前記基準位置を基準とする他の位置の 3 次元座標に基づいて、前記領域内の前記基準位置の 3 次元座標のばらつきの推定値を計算することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡装置。

20

【請求項 3】

前記第 2 の計算部は、前記領域内で前記基準位置を基準とする他の位置の 3 次元座標に基づいて、前記被写体の表面を近似する平面を計算し、前記領域内で前記基準位置を基準とする他の位置と前記平面との距離のばらつきから前記領域内の前記基準位置の 3 次元座標のばらつきの推定値を計算することを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡装置。

【請求項 4】

前記表示部は、前記複数の位置のそれぞれについての前記計測値のばらつきの推定値に基づく表示形態で前記画像を表示することを特徴とする請求項 1 ～請求項 3 のいずれか一項に記載の内視鏡装置。

【請求項 5】

前記表示部は、前記複数の位置のそれぞれについての前記計測値のばらつきの推定値と、入力装置を介して入力される基準値とに基づく表示形態で前記画像を表示することを特徴とする請求項 4 に記載の内視鏡装置。

30

【請求項 6】

前記表示形態は色であることを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載の内視鏡装置。

【請求項 7】

入力装置を介して入力される指示に基づいて、被写体の画像データに基づく画像における計測位置を指定する指定部と、

前記計測位置に対応する 3 次元座標を計算する第 1 の計算部と、

前記計測位置に対応する 3 次元座標に基づいて前記被写体のサイズを計測する計測部と、

40

前記画像における複数の位置のそれぞれに対応する 3 次元座標のばらつきの推定値を計算し、前記 3 次元座標のばらつきの推定値に基づいて、前記複数の位置のそれぞれについて、前記被写体のサイズを計測した場合の計測値のばらつきの推定値を計算する第 2 の計算部と、

前記計測値のばらつきの推定値に基づいて、前記計測値のばらつきを示す情報を表示する表示部と、

としてコンピュータを機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、計測機能を有する内視鏡装置に関する。また、本発明は、内視鏡装置における計測機能をコンピュータ上で実現するためのプログラムにも関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ボイラー、タービン、エンジン、化学プラントなどの検査において、内部の傷や腐食を観察するのに工業用内視鏡が広く用いられている。工業用内視鏡の例として、内視鏡の先端に2個の光学系を設け、三角測量の原理を利用したステレオ計測により3次元計測を実現した計測内視鏡装置（例えば特許文献1参照）がある。検査で検査対象物の内部に傷などの不具合箇所を発見した際に、このような計測内視鏡装置を用いて傷の大きさ等を計測することで、検査対象物の分解・修理の必要性を判断することができる。また、ステレオ計測以外にも、先端にパターン光を投影する手段を設け、被写体に映ったパターンを解析して3次元計測を行う装置も用いられている。

【0003】

一般的に、3次元計測の計測値（測定値）の不確かさは、被写体との距離（以下、物体距離という）が近いほど小さく、物体距離が遠いほど大きくなる性質がある。ここで、不確かさとは、計測値からどの程度の範囲内に真の値があるかを示す尺度である。したがって、精度よく3次元計測を行うためには内視鏡の先端を被写体にできるだけ近づける必要がある。しかし、ユーザが内視鏡の画像を見るだけで、内視鏡が被写体に十分近づいているかどうかを判断することは困難だった。このため、特許文献2、3では、被写体を観察しながら物体距離をユーザに知らせることができる計測内視鏡装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2004-49638号公報

【特許文献2】特開2006-136706号公報

【特許文献3】特開2006-325741号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、ユーザが観察中に物体距離を知ることができても、物体距離に応じた不確かさを推定することは難しい。なぜなら、不確かさは物体距離だけで決まるわけではないからである。ステレオ計測では被写体の画像のコントラストが十分でない場合にはマッチング（一方の光学系を通した光に基づく画像における被写体の位置に対応する、他方の光学系を通した光に基づく画像における被写体の位置を検出する処理）が不正確となり、不確かさが大きくなる。パターン光を投影する方式では、表面の拡散反射率が小さいと、被写体に映るパターンの画質が低下し、不確かさが大きくなる。したがって、物体距離は、不確かさを推定する目安になるものの、ユーザが希望する精度が得られるかどうかは判然としない問題があった。

【0006】

本発明は、上述した課題に鑑みてなされたものであって、計測値の精度をユーザに知らせることができる内視鏡装置およびプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたもので、被写体を撮像して画像データを生成する撮像部と、入力装置を介して入力される指示に基づいて、前記画像データに基づく画像における計測位置を指定する指定部と、前記計測位置に対応する3次元座標を計算する第1の計算部と、前記計測位置に対応する3次元座標に基づいて前記被写体のサイズを計測する計測部と、前記画像における複数の位置のそれぞれに対応する3次元座標の

ばらつきの推定値を計算し、前記３次元座標のばらつきの推定値に基づいて、前記複数の位置のそれぞれについて、前記被写体のサイズを計測した場合の計測値のばらつきの推定値を計算する第２の計算部と、前記計測値のばらつきの推定値に基づいて、前記計測値のばらつきを示す情報を表示する表示部と、を備えたことを特徴とする内視鏡装置である。

【０００８】

また、本発明の内視鏡装置において、前記第２の計算部は、前記複数の位置のそれぞれを基準位置とする複数の領域を設定し、前記領域内で前記基準位置を基準とする他の位置の３次元座標に基づいて、前記領域内の前記基準位置の３次元座標のばらつきの推定値を計算することを特徴とする。

【０００９】

また、本発明の内視鏡装置において、前記第２の計算部は、前記領域内で前記基準位置を基準とする他の位置の３次元座標に基づいて、前記被写体の表面を近似する平面を計算し、前記領域内で前記基準位置を基準とする他の位置と前記平面との距離のばらつきから前記領域内の前記基準位置の３次元座標のばらつきの推定値を計算することを特徴とする。

。

【００１０】

また、本発明の内視鏡装置において、前記表示部は、前記複数の位置のそれぞれについての前記計測値のばらつきの推定値に基づく表示形態で前記画像を表示することを特徴とする。

【００１１】

また、本発明の内視鏡装置において、前記表示部は、前記複数の位置のそれぞれについての前記計測値のばらつきの推定値と、入力装置を介して入力される基準値とに基づく表示形態で前記画像を表示することを特徴とする。

【００１２】

また、本発明の内視鏡装置において、前記表示形態は色であることを特徴とする。

【００１３】

また、本発明は、入力装置を介して入力される指示に基づいて、被写体の画像データに基づく画像における計測位置を指定する指定部と、前記計測位置に対応する３次元座標を計算する第１の計算部と、前記計測位置に対応する３次元座標に基づいて前記被写体のサイズを計測する計測部と、前記画像における複数の位置のそれぞれに対応する３次元座標のばらつきの推定値を計算し、前記３次元座標のばらつきの推定値に基づいて、前記複数の位置のそれぞれについて、前記被写体のサイズを計測した場合の計測値のばらつきの推定値を計算する第２の計算部と、前記計測値のばらつきの推定値に基づいて、前記計測値のばらつきを示す情報を表示する表示部と、としてコンピュータを機能させるためのプログラムである。

【発明の効果】

【００１４】

本発明によれば、画像における複数の位置のそれぞれについて、被写体のサイズを計測した場合の計測値のばらつきの推定値を計算し、この計測値のばらつきの推定値に基づいて、計測値のばらつきを示す情報を表示することによって、計測値の精度をユーザに知らせることができる。

【図面の簡単な説明】

【００１５】

【図１】本発明の一実施形態による内視鏡装置の全体構成を示す斜視図である。

【図２】本発明の一実施形態による内視鏡装置の内部構成を示すブロック図である。

【図３】本発明の一実施形態による内視鏡装置が備える画像処理回路の構成を示すブロック図である。

【図４】本発明の一実施形態による内視鏡装置に使用されるステレオ光学アダプタの斜視図である。

【図５】本発明の一実施形態による内視鏡装置に使用されるステレオ光学アダプタの内部

10

20

30

40

50

構成を示す断面図である。

【図 6】本発明の一実施形態におけるステレオ計測による 3 次元座標の求め方を説明するための参考図である。

【図 7】本発明の一実施形態による内視鏡装置の動作の手順を示すフローチャートである。

【図 8】本発明の一実施形態における 3 次元座標のばらつきの推定値の計算方法を示す参考図である。

【図 9】本発明の一実施形態における不確かさ推定画像を示す参考図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図面を参照し、本発明の実施形態を説明する。図 1 は、本発明の一実施形態による内視鏡装置の全体構成を示している。図 1 に示すように、内視鏡装置 1 は、細長な挿入部 20 を有する内視鏡 2 と、この内視鏡 2 の挿入部 20 を収納する収納部を備えた制御装置であるコントロールユニット 3 と、装置全体の各種動作制御を行う際に必要な操作を行うためのリモートコントローラ 4 と、内視鏡画像や操作制御内容（例えば処理メニュー）等の表示を行う表示装置である LCD 5（液晶モニタ）とを含んで構成されている。

【0017】

挿入部 20 は硬質な先端部 21 と、柔軟性を有する可撓管部と（例えば上下左右に湾曲可能な湾曲部 22（図 2））を連設して構成されている。先端部 21 には、観察視野を 2 つ有するステレオ光学アダプタ 7a、7b、あるいは観察視野が 1 つの通常観察光学アダプタ 7c 等、各種光学アダプタが着脱自在になっている。

【0018】

図 2 に示すように、コントロールユニット 3 内には、内視鏡ユニット 8、CCU 9（カメラコントロールユニット）、および制御ユニット 10 が設けられており、挿入部 20 の基端部は内視鏡ユニット 8 に接続されている。内視鏡ユニット 8 は、観察時に必要な照明光を供給する光源装置（不図示）と、挿入部 20 を構成する湾曲部 22 を湾曲させる湾曲装置（不図示）とを備えて構成されている。

【0019】

挿入部 20 の先端部 21 には固体撮像素子 2a（図 4 参照）が内蔵されている。固体撮像素子 2a は、被写体を撮像して撮像信号を生成する。すなわち、固体撮像素子 2a は、光学アダプタを介して結像された被写体像を光電変換し、撮像信号を生成する。CCU 9 には、固体撮像素子 2a から出力された撮像信号が入力される。この撮像信号は、CCU 9 内で画像データに変換されて、制御ユニット 10 へ供給される。

【0020】

制御ユニット 10 内には、音声信号処理回路 11、映像信号が入力される画像処理回路 12、ROM 13、RAM 14、PC カード I/F 15（PC カードインターフェイス）、USB I/F 16（USB インターフェイス）、RS-232C I/F 17（RS-232C インターフェイス）、および CPU 18 が設けられている。

【0021】

RS-232C I/F 17 には、CCU 9 および内視鏡ユニット 8 が接続されると共に、これら CCU 9 や内視鏡ユニット 8 等の制御および動作指示を行うリモートコントローラ 4 が接続されている。ユーザがリモートコントローラ 4 を操作すると、その操作内容に基づいて、CCU 9 および内視鏡ユニット 8 を動作制御する際に必要な通信が行われる。

【0022】

USB I/F 16 は、コントロールユニット 3 とパーソナルコンピュータ 31 とを電氣的に接続するためのインターフェイスである。この USB I/F 16 を介してコントロールユニット 3 とパーソナルコンピュータ 31 とを接続することによって、パーソナルコンピュータ 31 側で内視鏡画像の表示指示や、計測時における画像処理等の各種の指示制御を行うことが可能になると共に、コントロールユニット 3 とパーソナルコンピュータ

10

20

30

40

50

3 1 との間での各種の処理に必要な制御情報やデータ等の入出力を行うことが可能になる。

【0023】

また、PCカード I / F 1 5 には、PCMCIA メモリカード 3 2 やフラッシュメモリカード 3 3 等の記憶媒体である、いわゆるメモリカードが自由に着脱されるようになっている。メモリカードを PC カード I / F 1 5 に装着することにより、CPU 1 8 による制御によって、このメモリカードに記憶されている制御処理情報や画像情報等のデータのコントロールユニット 3 への取り込み、あるいは制御処理情報や画像情報等のデータのメモリカードへの記録を行うことが可能になる。

【0024】

画像処理回路 1 2 は、内視鏡 2 で撮像した被写体の画像と、グラフィックによる操作メニューや各種 GUI 部品（カーソル等）とを合成した合成画像を表示するため、操作メニューや各種 GUI 部品に基づくグラフィックデータと、CCU 9 からの画像データとを合成する処理や、LCD 5 の画面上に表示するのに必要な画像処理等を行い、処理後のデータを LCD 5 に供給する。

【0025】

計測時には先端部 2 1 にステレオ光学アダプタが装着されるため、画像処理回路 1 2 からの画像データに基づく画像には、計測対象である同一被写体に関する複数の被写体像が含まれる。本実施形態では、一例として、左右の一对の被写体像が含まれるものとする。

【0026】

音声信号処理回路 1 1 には、マイク 3 4 によって集音されて生成された、メモリカード等の記憶媒体に記録する音声信号、メモリカード等の記憶媒体の再生によって得られた音声信号、あるいは CPU 1 8 によって生成された音声信号が供給される。この音声信号処理回路 1 1 は、供給された音声信号を再生するのに必要な増幅処理等の処理を施してスピーカ 3 5 に出力する。このことによって、スピーカ 3 5 から音声出力される。

【0027】

CPU 1 8 は、ROM 1 3 に格納されているプログラムを実行することによって、目的に応じた処理を行うように各種回路部等を制御して、システム全体の動作制御を行う。RAM 1 4 は、CPU 1 8 によって、データの一時格納用の作業領域として使用される。

【0028】

図 3 は、画像処理回路 1 2 の構成を示している。画像処理回路 1 2 は、3 次元座標計算部 1 2 a、計測部 1 2 b、不確かさ推定部 1 2 c、および画像合成部 1 2 d を有する。

【0029】

3 次元座標計算部 1 2 a は、画像処理回路 1 2 に入力される画像データに基づく画像上で指定された位置に対応する 3 次元座標を計算する。3 次元座標を計算する位置は、画像内でユーザが指定する計測位置（計測点）、および画像内の予め設定されている所定位置である。ユーザが指定する計測点の 3 次元座標は、被写体の 3 次元形状のサイズ（二点間距離や面積等）を求めるために使用される。所定位置の 3 次元座標は、被写体の計測を行った場合の計測値自体の不確かさを求めるために使用される。この不確かさは、被写体の計測を行った場合の計測値のばらつきの推定値に相当する。

【0030】

計測部 1 2 b は、3 次元座標計算部 1 2 a が計算した計測点の 3 次元座標に基づいて、被写体の 3 次元形状のサイズ（計測値）を計算する。不確かさ推定部 1 2 c は、3 次元座標計算部 1 2 a が計算した画像内の所定位置の 3 次元座標に基づいて、その 3 次元座標のばらつきの推定値を計算する。また、不確かさ推定部 1 2 c は、計算した 3 次元座標のばらつきの推定値に基づいて、被写体の計測を行った場合の計測値自体の不確かさを計算する。計測結果の精度を間接的に示す物体距離のような指標ではなく、計測値自体の不確かさを推定し、ユーザに通知することによって、計測値のより正確な精度をユーザに知らせることができる。

【0031】

画像合成部 12d は、C C U 9 から入力される画像データあるいは C P U 18 によってメモリカード等から読み出された画像データに対して、計測部 12b が計算した計測値や不確かさ推定部 12c が計算した不確かさを表示するための情報を合成する処理を行い、処理後の画像データを L C D 5 へ出力する。不確かさに関しては、ユーザが希望する精度（これを不確かさで定義した値を基準不確かさとする）で計測を行うことができるかどうかを画像から判断できるようにするため、画像合成部 12d は、不確かさが基準不確かさよりも大きい領域と小さい領域とで画像の表示形態を変える。本実施形態の例では、L C D 5 に表示される画像において、不確かさが基準不確かさよりも大きい領域と小さい領域とが異なる色で表示される。

【0032】

上記の構成を有する画像処理回路 12 には、C P U 18 から計測点および基準不確かさの情報が入力される。C P U 18 は、ユーザが入力装置として使用するリモートコントローラ 4 からの信号に基づいて照準の移動指示を検出し、移動後の照準の画像上の位置を計算する。また、ユーザがリモートコントローラ 4 を介して計測点の指定指示（確定指示）を入力した場合、C P U 18 は、計算した照準の位置を計測点の位置として指定（認識）し、指定した計測点の位置情報（画素位置）を画像処理回路 12 へ出力する。また、ユーザがリモートコントローラ 4 を介して基準不確かさの情報を入力した場合、C P U 18 はその情報を画像処理回路 12 へ出力する。

【0033】

図 4 および図 5 は、本実施形態の内視鏡装置 1 で用いられる光学アダプタの 1 つであるステレオ光学アダプタ 7a の一例の構成を示している。図 4 および図 5 に示すように、直視型のステレオ光学アダプタ 7a の先端面には、一対の照明レンズ 51, 52 と 2 つの対物レンズ系 53, 54 とが設けられており、図 5 に示すように、固定リング 50 の雌ねじ 50a を、先端部 21 に形成されている雄ねじ 21a に螺合することによって一体的に固定されるようになっている。

【0034】

図 5 に示すように、2 つの対物レンズ系 53, 54 により、先端部 21 内に配設された固体撮像素子 2a の撮像面上に 2 つの光学像が結像される。そして、この固体撮像素子 2a で光電変換された撮像信号は、電氣的に接続された信号線 2b および内視鏡ユニット 8 を介して C C U 9 に供給されて画像データに変換され、その後、画像処理回路 12 に供給される。

【0035】

次に、図 6 を参照し、ステレオ計測による 3 次元座標の求め方を説明する。3 次元座標計算部 12a は、左側および右側の光学系で撮像された左画像・右画像を用いて、三角測量の方法により、画像上の点 60 の 3 次元座標（X, Y, Z）を計算する。まず、3 次元座標計算部 12a は、例えば左画像上の点 61 の位置に対応した右画像上の点 62 の位置を画像のパターンマッチングにより計算する。点 61 は、ユーザが指定した計測点、または計測値自体の不確かさを計算するための所定位置の点である。

【0036】

続いて、3 次元座標計算部 12a は、点 60 の 3 次元座標（X, Y, Z）を以下の（A）式～（C）式により計算する。ただし、歪み補正が施された左右の画像上の点 61、点 62 の座標をそれぞれ（X_L, Y_L）、（X_R, Y_R）とし、左側と右側の光学中心 63, 64 の距離を D とし、焦点距離を F とし、 $t = D / (X_L - X_R)$ とする。

$$X = t \times X_R + D / 2 \quad \dots (A)$$

$$Y = t \times Y_R \quad \dots (B)$$

$$Z = t \times F \quad \dots (C)$$

【0037】

いくつかの計測点の 3 次元座標を求めることによって、2 点間の距離、2 点を結ぶ線と 1 点の距離、面積、深さ、表面形状等の様々な計測を行うことが可能である。また、左側の光学中心 63、または右側の光学中心 64 から被写体までの距離（物体距離）を求める

10

20

30

40

50

ことも可能となる。上記のステレオ計測を行うためには、先端部 2 1 とステレオ光学アダプタを含む光学系の特性を示す光学データが必要である。なお、光学データの詳細は、例えば特開 2 0 0 4 - 4 9 6 3 8 号公報に記載されているので、その説明を省略する。

【0038】

上記では、ステレオ計測により 3 次元座標を計算しているが、被写体にパターン光を投影して撮像したパターン画像を解析することによって 3 次元座標を計算することも可能である。

【0039】

次に、本実施形態における計測の手順を説明する。まず、ユーザが希望する精度で計測を行うことができるかどうかをユーザに通知するため、内視鏡装置は計測値の不確かさを推定し、推定した不確かさの情報を含む不確かさ推定画像を表示する。図 7 は不確かさの推定と不確かさ推定画像の表示の手順を示している。図 7 に示す処理に先立って、ユーザが希望する精度に対応する基準不確かさ（ u とする）が予め入力されているものとする。

【0040】

まず、CCU 9 からの画像データあるいは CPU 1 8 によってメモ리카ード等から読み出された画像データが画像処理回路 1 2 に入力される（ステップ S 1 0 0）。続いて、画像処理回路 1 2 は、入力された画像データに基づく画像内の画素毎に 3 次元座標のばらつきの推定値を計算し、さらに計測値のばらつきの推定値である不確かさを画素毎に計算する（ステップ S 1 1 0）。

【0041】

以下ではステップ S 1 1 0 の詳細を説明する。まず、画像処理回路 1 2 は、入力された画像データに基づく画像の所定領域（例えば画像全体の領域あるいは予め設定された一部の領域）の画素毎に 3 次元座標のばらつきの推定値を計算する。具体的には、画像処理回路 1 2 は以下のようにして 3 次元座標のばらつきの推定値を計算する。図 8 に示すように、基準画素（基準位置）となる画素 $P(x, y)$ とその周囲の 8 画素を含む矩形の領域 B において、領域 B 内の各画素を $P_{ij}(x+i, y+j) \in B, -1 \leq i, j \leq 1$ とする。領域 B は小さいので領域 B に対応する被写体表面の範囲も小さく、領域 B 内では被写体表面の形状を平面で近似しても構わない。被写体表面を近似する平面を平面 C とする。

【0042】

3 次元座標計算部 1 2 a は、領域 B 内の各画素の位置で 3 次元座標を計算する。不確かさ推定部 1 2 c は、3 次元座標計算部 1 2 a が計算した各画素の 3 次元座標から平面 C を計算する。画素 P_{ij} の位置で計算した 3 次元座標を $Q_{ij}(X_{ij}, Y_{ij}, Z_{ij})$ 、平面 C の方程式を $aX + bY + cZ + d = 0$ とすると、3 次元座標計算部 1 2 a は、以下の (1) 式で示される e を最小化する係数 a, b, c, d を最小自乗法で計算することで、平面 C を近似する。

【0043】

【数 1】

$$e = \sum_{i,j} (aX_{ij} + bY_{ij} + cZ_{ij} + d)^2 \quad \dots(1)$$

【0044】

画素 P の位置で 3 次元座標を計算したときのばらつきは、点 Q_{ij} から平面 C までの距離のばらつきから求められる。点 Q_{ij} から平面 C までの距離は X 方向、 Y 方向、 Z 方向の成分で求められるが、これらのばらつきは一般的には異なるので、不確かさ推定部 1 2 c は各方向のばらつきを次のように別々に計算する。すなわち、点 Q_{ij} から平面 C に向した垂線の方法ベクトルを $n_{ij} = (n_{ijx}, n_{ijy}, n_{ijz})$ とし、 $n_{ijx}, n_{ijy}, n_{ijz}$ のそれぞれの標準偏差を $\sigma_X(P), \sigma_Y(P), \sigma_Z(P)$ とする。不確かさ推定部 1 2 c は、これら 3 つの標準偏差を計算し、画素 P に対応する 3 次元座標のばらつきの推定値とする。

【0045】

上記の計算は、画像の所定領域の画素毎に行われる。つまり、3次元座標計算部12aは画像の所定領域の画素毎にその画素を基準位置とする領域Bを設定し、領域B内の各画素の位置で3次元座標を計算する。不確かさ推定部12cは画像の所定領域の画素毎に、その画素を基準位置とする領域B内の各画素の3次元座標に基づいて上記3つの標準偏差を計算し、3次元座標のばらつきの推定値とする。

【0046】

画像の所定領域の各画素において3次元座標のばらつきの推定値を計算した後、画像処理回路12は、画像の所定領域の各画素で計測を行った場合の計測値の不確かさを計算する。具体的には、画像処理回路12は以下のようにして計測値の不確かさを計算する。以下では、2個の点P1と点P2の間で2点間距離を計測する場合の計測値の不確かさを計算する例を説明する。

10

【0047】

任意の点P1と点P2の間で2点間距離を計測する場合の計測値の不確かさ σ_2 (P1, P2)は、3次元座標のばらつきの推定値を用いて以下の(2)式で与えられる。

【0048】

【数2】

$$\sigma_2(P1, P2) = \sqrt{\frac{\sigma_X(P1)^2 + \sigma_Y(P1)^2 + \sigma_Z(P1)^2}{3} + \frac{\sigma_X(P2)^2 + \sigma_Y(P2)^2 + \sigma_Z(P2)^2}{3}} \quad \dots(2)$$

20

【0049】

計測値の不確かさ σ_2 (P1, P2)が基準不確かさuよりも小さくなる条件を考える。以下の(3)式かつ(4)式が満たされれば、明らかに σ_2 (P1, P2) < uとなる。

【0050】

【数3】

$$\sqrt{\frac{\sigma_X(P1)^2 + \sigma_Y(P1)^2 + \sigma_Z(P1)^2}{3}} < \frac{u}{2} \quad \dots(3)$$

30

【0051】

【数4】

$$\sqrt{\frac{\sigma_X(P2)^2 + \sigma_Y(P2)^2 + \sigma_Z(P2)^2}{3}} < \frac{u}{2} \quad \dots(4)$$

【0052】

以下の(5)式のように定義すると、計測値の不確かさ σ_2 (P1, P2)が基準不確かさuよりも小さくなる条件は、 σ (P1) < u/2かつ σ (P2) < u/2と表せる。

【0053】

【数5】

$$\sigma(P) = \sqrt{\frac{\sigma_X(P)^2 + \sigma_Y(P)^2 + \sigma_Z(P)^2}{3}} \quad \dots(5)$$

40

【0054】

σ (P1) < u/2かつ σ (P2) < u/2であれば、 σ_2 (P1, P2) < uとなり、ユーザが希望する基準不確かさuよりも計測値の不確かさが小さくなる。このため、点P1と点P2の間で2点間距離を計測した場合に、ユーザが希望する精度が得られることになる。したがって、本実施形態では、(5)式で定義される σ (P)を各画素の計測値

50

の不確かさとする。不確かさ推定部 1 2 c は、画像処理回路 1 2 に入力された画像データに基づく画像の所定領域の各画素 P について $\sigma(P)$ を計算する。以上が、ステップ S 1 1 0 の詳細である。

【0055】

ステップ S 1 1 0 に続いて、画像処理回路 1 2 は、計測値の不確かさ $\sigma(P)$ と基準不確かさ u を比較し、比較結果に基づいて画素の色を設定した不確かさ推定画像を生成する（ステップ S 1 2 0）。以下ではステップ S 1 2 0 の詳細を説明する。画像合成部 1 2 d は、不確かさ推定部 1 2 c が計算した各画素 P の $\sigma(p)$ と基準不確かさ u を比較する。 $\sigma(p) < u/2$ である場合、画像合成部 1 2 d は画素 P の色を例えば緑色に設定する。また、 $\sigma(p) \geq u/2$ である場合、画像合成部 1 2 d は画素 P の色を例えば赤色に設定する。

10

【0056】

また、画素によっては、原理的に 3 次元座標を計算できない場合がある。例えば、ステレオ計測であれば、左画像上の点に対応する右画像上の点が撮影できていない場合がある。このように 3 次元座標を計算することができなかった画素については、画像合成部 1 2 d は画素の色を例えば灰色に設定する。画像合成部 1 2 d は、画像処理回路 1 2 に入力された画像データに対して、上記に従って画素の色を設定することにより、計測値の不確かさの情報を色の情報として含む不確かさ推定画像を生成する。以上が、ステップ S 1 2 0 の詳細である。

【0057】

20

ステップ S 1 2 0 に続いて、画像処理回路 1 2 は、生成した不確かさ推定画像を LCD 5 へ出力し、LCD 5 は不確かさ推定画像を表示する（ステップ S 1 3 0）。図 9 は不確かさ推定画像の一例を示している。図 9 に示す不確かさ推定画像は、例えば左画像として表示される。領域 S 1 の各画素では $\sigma(p) < u/2$ であり、領域 S 1 の各画素は緑色で表示される。領域 S 2 の各画素では $\sigma(p) \geq u/2$ であり、領域 S 1 の各画素は赤色で表示される。領域 S 3 の各画素では 3 次元座標が計算されず、領域 S 3 の各画素は灰色で表示される。

【0058】

ユーザは 2 点間の距離を計測する場合、LCD 5 に表示された不確かさ推定画像に基づいて次のような判断を行うことができる。計測を行う 2 点がいずれも緑色で表示されていれば、所望の精度で計測を行えると判断することができる。一方、計測を行う 2 点のいずれかあるいは両方が赤色で表示されていれば、所望の精度で計測を行えないので、内視鏡 2 を被写体により近づける必要があると判断することができる。また、計測を行う 2 点のいずれかあるいは両方が灰色で表示されていれば、計測を行えないことが分かるので、被写体を撮影する角度を変えたり、内視鏡 2 を被写体により近づけたりする必要があると判断することができる。

30

【0059】

上記では不確かさ推定画像を表示する際に画像の色を設定しているが、画像の明るさ等を設定したり、計測値の不確かさ $\sigma(P)$ と基準不確かさ u を比較した結果に基づく情報を画像に重畳して表示したりしてもよい。

40

【0060】

不確かさ推定画像の表示後、ユーザがリモートコントローラ 4 を介して計測指示を入力した場合、以下の手順で計測値の計算が行われる。以下では、2 点間の距離を計測する例を説明する。計測指示が入力されると、CPU 1 8 による制御に従って、CCU 9 からの画像データあるいは CPU 1 8 によってメモ리카ード等から読み出された画像データが画像処理回路 1 2 に入力される。画像データを新たに入力せずに、計測値の不確かさの推定と不確かさ推定画像の生成に用いた画像データを使用して計測値の計算を行ってもよい。画像処理回路 1 2 に入力された画像データは、画像合成部 1 2 d を経由して LCD 5 へ出力され、LCD 5 に画像が表示される。

【0061】

50

ユーザは、LCD 5に表示された画像上で2個の計測点を指定する。ユーザがリモートコントローラ4を介して計測点の指定指示を入力すると、CPU 18は計測点の画素位置を画像処理回路12へ出力する。画像処理回路12の3次元座標計算部12aは、2個の計測点の画素位置のそれぞれに対応する3次元座標を計算し、計測点の画素位置とともに3次元座標を計測部12bへ出力する。計測部12bは、2個の計測点の3次元座標の距離を計算し、計測点の画素位置とともに計算結果を画像合成部12dへ出力する。画像合成部12dは、画像処理回路12に入力された画像データに対して、計測点の位置および計測結果を表示するためのデータを合成し、LCD 5へ出力する。LCD 5は、計測点の位置および計測結果を含む画像を表示する。

【0062】

本実施形態では、画像処理回路12が計測値の不確かさの推定と不確かさ推定画像の生成を行っているが、CPU 18が画像処理回路12から画像データを取り込み、あるいはメモリカードから画像データを読み出し、画像データに対して計測値の不確かさの推定と不確かさ推定画像の生成を行ってもよい。この場合、計測値の不確かさの推定と不確かさ推定画像の生成を含む計測の全体の手順を規定したプログラムをROM 13に予め格納しておき、CPU 18がこのプログラムをROM 13から読み出してRAM 14に展開し、このプログラムに従って計測の制御を行ってもよい。

【0063】

上述したように、本実施形態によれば、画像における所定領域の画素毎に計測値のばらつきの推定値である不確かさを計算し、この不確かさに基づいて、計測値のばらつきを示す情報を表示することによって、計測を行った場合の計測値の精度を事前にユーザに知らせることができる。また、計測値自体の不確かさを推定し、ユーザに通知することによって、計測値のより正確な精度をユーザに知らせることができる。

【0064】

前述した特許文献2、3の技術では、画像上に配置された限られた数の照準の位置でしか物体距離を知ることができないので、計測したい位置にユーザが照準を合わせる必要があり、操作に時間と手間がかかる問題があった。これに対して、本実施形態では、画像における所定領域の各画素で計測値の不確かさを計算するため、ユーザは照準を合わせる必要がなく、所望の精度が得られるかどうかの判断を短時間で簡単に行うことができる。

【0065】

また、画像における所定領域の画素毎に計算した不確かさに基づく表示形態で画像を表示することによって、計測を行った場合の計測値の精度を視覚的に分かりやすくユーザに知らせることができる。さらに、画像における所定領域の画素毎に計算した不確かさと、ユーザが指定した基準不確かさuとに基づく表示形態で画像を表示することによって、ユーザが希望する計測値の精度が得られるかどうかを視覚的に分かりやすくユーザに知らせることができる。

【0066】

以上、図面を参照して本発明の実施形態について詳述してきたが、具体的な構成は上記の実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

【符号の説明】

【0067】

1・・・内視鏡装置、2・・・内視鏡、2a・・・固体撮像素子（撮像部）、4・・・リモートコントローラ、5・・・LCD（表示部）、8・・・内視鏡ユニット、9・・・CCU（撮像部）、12・・・画像処理回路、12a・・・3次元座標計算部（第1の計算部、第2の計算部）、12b・・・計測部、12c・・・不確かさ推定部（第2の計算部）、12d・・・画像合成部、18・・・CPU（指定部）

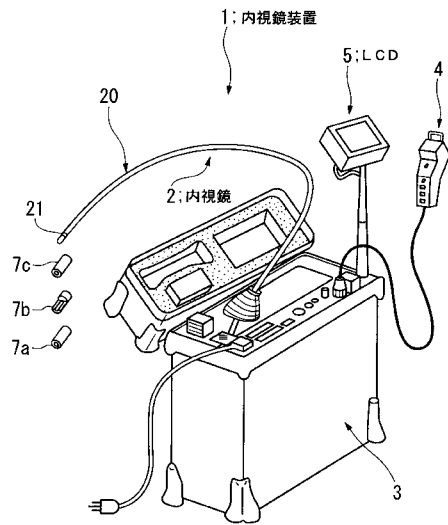
10

20

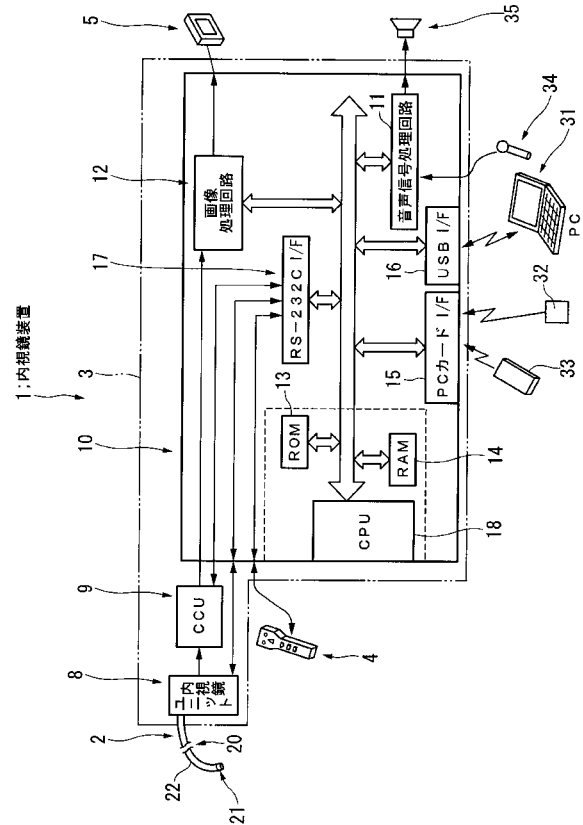
30

40

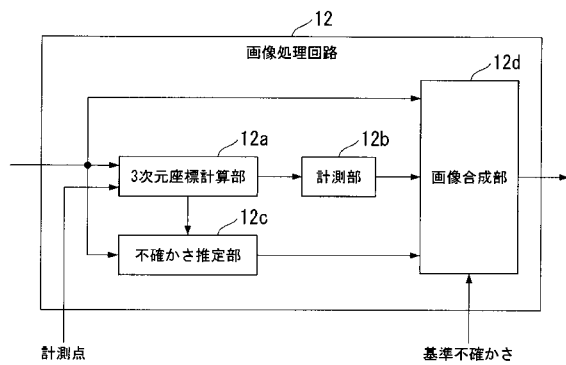
【図 1】



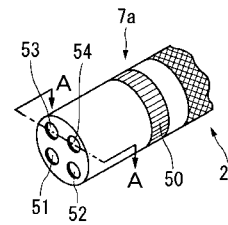
【図 2】



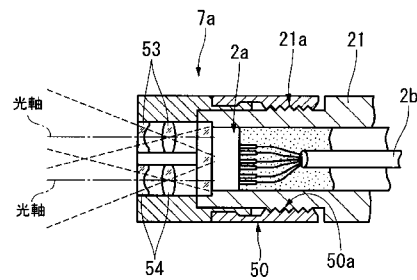
【図 3】



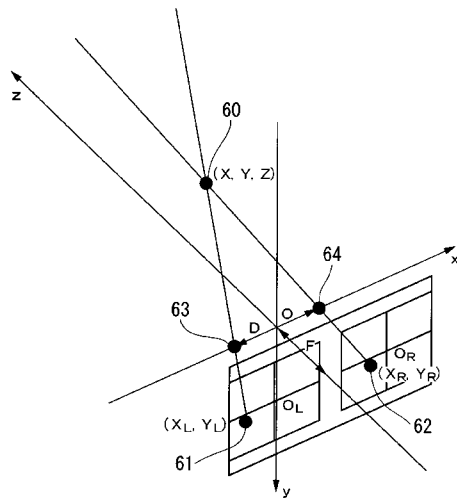
【図 4】



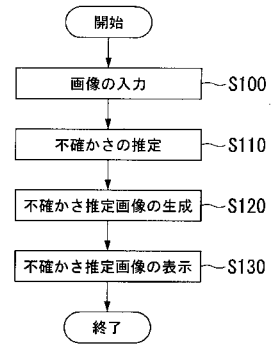
【図 5】



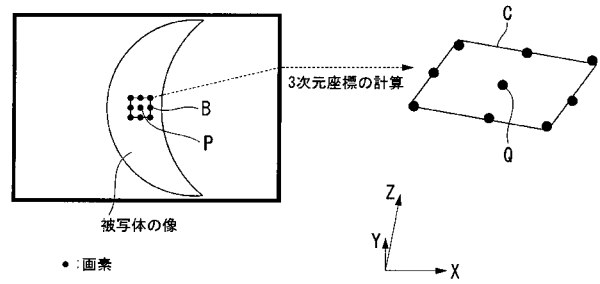
【図 6】



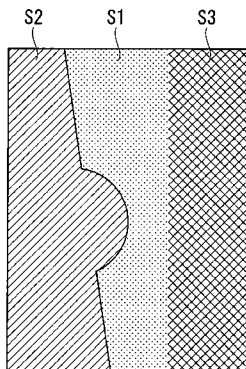
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 中野 澄人

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリシパス株式会社内

F ターム(参考) 2H040 BA15 BA22 DA52 GA02 GA11

4C161 AA00 BB00 CC06 DD03 FF40 GG01 GG11 HH52 LL02 NN01

NN05 PP19 WW04

5C122 DA13 FD05 FH09 FK24

专利名称(译)	内窥镜设备和程序		
公开(公告)号	JP2013025292A	公开(公告)日	2013-02-04
申请号	JP2011163107	申请日	2011-07-26
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	中野澄人		
发明人	中野 澄人		
IPC分类号	G02B23/24 A61B1/00 A61B1/04 H04N5/225		
FI分类号	G02B23/24.B A61B1/00.300.E A61B1/04.370 H04N5/225.C A61B1/00.522 A61B1/00.551 A61B1/04 A61B1/045.622 H04N5/225 H04N5/225.500 H04N5/232.290 H04N5/232.939 H04N5/232.945		
F-TERM分类号	2H040/BA15 2H040/BA22 2H040/DA52 2H040/GA02 2H040/GA11 4C161/AA00 4C161/BB00 4C161/CC06 4C161/DD03 4C161/FF40 4C161/GG01 4C161/GG11 4C161/HH52 4C161/LL02 4C161/NN01 4C161/NN05 4C161/PP19 4C161/WW04 5C122/DA13 5C122/FD05 5C122/FH09 5C122/FK24		
代理人(译)	塔奈澄夫		
其他公开文献	JP5791989B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供能够让用户知道测量值的准确性的内窥镜装置和程序。解决方案：三维坐标计算部12a分别计算与在指定的测量位置对应的三维坐标。图像和图像中的每个预定位置。测量部分12b基于对应于测量位置的三维坐标测量对象的大小。不确定性估计部分12c计算分别对应于图像中的预定位置的三维坐标的变化的估计，并且基于对三维坐标的变化的估计，计算变化的估计。在测量对象大小时的测量值中，相对于图像中的每个预定位置。图像合成部分12d基于测量值的变化的估计，从表示测量值的变化的信息合成图像数据。

