

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6519144号
(P6519144)

(45) 発行日 令和1年5月29日 (2019.5.29)

(24) 登録日 令和1年5月10日 (2019.5.10)

(51) Int. Cl.	F 1
A 6 1 B 1/313 (2006.01)	A 6 1 B 1/313
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 R
A 6 1 B 1/045 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 5 5 0
G 0 3 B 5/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 7 3 1
G 0 3 B 7/093 (2006.01)	A 6 1 B 1/045 6 1 0
請求項の数 9 (全 18 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2014-226055 (P2014-226055)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成26年11月6日 (2014.11.6)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2016-87141 (P2016-87141A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成28年5月23日 (2016.5.23)	(74) 代理人	100121131
審査請求日	平成29年2月15日 (2017.2.15)		弁理士 西川 孝
		(74) 代理人	100082131
			弁理士 稲本 義雄
		(72) 発明者	上森 丈士
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社社内
		審査官	磯野 光司
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 内視鏡システム、画像処理装置、画像処理方法、およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

体腔に挿入される硬性の挿入部の先端に、前記挿入部の軸方向に対して、その光軸が所定の角度をなす対物レンズが設けられ、基端にヘッド部が設けられ、前記ヘッド部の動きの角速度を検出するジャイロ部が前記ヘッド部に設けられている内視鏡装置と、

検出された前記角速度、前記体腔内への挿入孔であって、前記挿入部の支点となる位置から前記対物レンズまでの距離、および前記対物レンズから被写体までの距離に基づいて、前記内視鏡装置から入力される、前記対物レンズによって集光された光学像に対応する画像信号の有効画素エリアから切り出しエリアを切り出すことにより、前記画像信号の手振れを補正する補正部とが設けられている画像処理装置と

を含む内視鏡システム。

【請求項 2】

前記内視鏡装置は、前記挿入部の軸方向に対して、その光軸が所定の角度からなる斜視角をなす対物レンズを有する斜視鏡である

請求項 1 に記載の内視鏡システム。

【請求項 3】

前記斜視角は、30度、および70度を含む

請求項 2 に記載の内視鏡システム。

【請求項 4】

前記画像処理装置は、

前記画像信号に基づいて、前記斜視角を測定する
請求項 2 または 3 のいずれかに記載の内視鏡システム。

【請求項 5】

前記画像処理装置は、
検出された前記角速度を時間方向に平準化する角速度平準化部をさらに備える
請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の内視鏡システム。

【請求項 6】

前記画像処理装置は、
手振れ補正済みの前記画像信号のローリングシャッタ歪を除去する歪除去部をさらに
備える

請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の内視鏡システム。

【請求項 7】

体腔に挿入される硬性の挿入部の先端に、前記挿入部の軸方向に対して、その光軸が所定の角度をなす対物レンズが設けられ、基端にヘッド部が設けられ、前記ヘッド部の動きの角速度を検出するジャイロ部が前記ヘッド部に設けられている内視鏡装置により検出された前記角速度、前記体腔内への挿入孔であって、前記挿入部の支点となる位置から前記対物レンズまでの距離、および前記対物レンズから被写体までの距離に基づいて、前記内視鏡装置から入力される、前記対物レンズによって集光された光学像に対応する画像信号の有効画素エリアから切り出しエリアを切り出すことにより、前記画像信号の手振れを補正する補正部を含む

画像処理装置。

【請求項 8】

体腔に挿入される硬性の挿入部の先端に、前記挿入部の軸方向に対して、その光軸が所定の角度をなす対物レンズが設けられ、基端にヘッド部が設けられ、前記ヘッド部の動きの角速度を検出するジャイロ部が前記ヘッド部に設けられている内視鏡装置により検出された前記角速度、前記体腔内への挿入孔であって、前記挿入部の支点となる位置から前記対物レンズまでの距離、および前記対物レンズから被写体までの距離に基づいて、前記内視鏡装置から入力される、前記対物レンズによって集光された光学像に対応する画像信号の有効画素エリアから切り出しエリアを切り出すことにより、前記画像信号の手振れを補正する補正部を含む画像処理装置の画像処理方法において、

前記ジャイロ部が、前記ヘッド部の動きの角速度を検出し、

前記補正部が、前記ジャイロ部により検出された前記角速度、前記体腔内への挿入孔であって、前記挿入部の支点となる位置から前記対物レンズまでの距離、および前記対物レンズから被写体までの距離に基づいて、前記対物レンズによって集光された光学像に対応する画像信号の有効画素エリアから切り出しエリアを切り出すことにより、前記画像信号の手振れを補正する

ステップを含む画像処理方法。

【請求項 9】

体腔に挿入される硬性の挿入部の先端に、前記挿入部の軸方向に対して、その光軸が所定の角度をなす対物レンズが設けられ、基端にヘッド部が設けられ、前記ヘッド部の動きの角速度を検出するジャイロ部が前記ヘッド部に設けられている内視鏡装置から入力される、前記対物レンズによって集光された光学像に対応する画像信号を処理する画像処理装置を制御するコンピュータを、

検出された前記角速度、前記体腔内への挿入孔であって、前記挿入部の支点となる位置から前記対物レンズまでの距離、および前記対物レンズから被写体までの距離に基づいて、前記対物レンズによって集光された光学像に対応する画像信号の有効画素エリアから切り出しエリアを切り出すことにより、前記画像信号の手振れを補正する補正部

として機能させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【0001】

本技術は、内視鏡システム、画像処理装置、画像処理方法、およびプログラムに関し、特に、内視鏡手術などで使用される内視鏡装置のうち、いわゆる斜視鏡を利用した場合においても手ぶれ補正を実現できるようにした内視鏡システム、画像処理装置、画像処理方法、およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

手ぶれ量を検知できるジャイロスコープが搭載されたビデオカメラなどの撮像装置において、映像の手ぶれを補正する技術が開示されている（特許文献1参照）。

【0003】

この特許文献1の技術によれば、ジャイロスコープなどのセンサで検出されたぶれ量を用いて、画像データを光軸に直行する方向へ $f \tan \theta$ 、または $f \theta$ だけシフトすることで、手ぶれ補正が可能なが記載されている。

【0004】

ここで、 f は撮像光学系の焦点距離であり、 θ はジャイロスコープなどのセンサで検出、算出された光軸に直行する軸周りの撮像装置の回転角度である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2013-113962号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、一般的に、ビデオカメラでは数メートルから数十メートル離れたところにある対象物体を映すため、撮像装置の光学系から対象物体までの距離（以下、被写体距離と呼ぶ）が、手ぶれにより発生した回転の回転中心と撮像装置の光学系までの距離（以下、回転半径と呼ぶ）に比べて十分に大きい。

【0007】

このため、特許文献1などで記載されている方法では、回転半径が被写体距離に比べて無視できるくらい十分に小さいという仮定のもと、手ぶれ補正シフト量の算出を行っている。

【0008】

一方、硬性内視鏡装置では、数ミリメートルから数センチメートル離れたところにある対象物体を映す。また、腹腔鏡手術の場合、硬性鏡はトロッカと呼ばれる筒を介して腹腔内に挿入される。

【0009】

このとき、硬性鏡はトロッカを支点として回転することになる。硬性内視鏡装置の場合、回転半径が被写体距離に対して無視できるほど小さくないため、特許文献1などで記載されている手ぶれ補正方法では効果が得られない。

【0010】

また、硬性内視鏡の種類には、通常の直視鏡の他に、硬性鏡の光軸が、鏡筒の軸に対して傾いた斜視鏡と呼ばれるものがある。斜視鏡の場合、被写体距離と回転半径に加え、斜視鏡の鏡筒軸と光学系の光軸とがなす角度、および鏡筒の基準位置からの回転角度を考慮して手ぶれ補正のシフト量を算出しなければ手ぶれ補正効果が得られない。

【0011】

本技術は、このような状況に鑑みてなされたものであり、被写体距離、回転半径、斜視鏡の鏡筒軸と光学系の光軸とがなす角度、および斜視鏡の基準位置からの回転角度を考慮した手ぶれ補正を実現するものである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本開示の一側面の内視鏡システムは、体腔に挿入される硬性の挿入部の先端に、前記挿入部の軸方向に対して、その光軸が所定の角度をなす対物レンズが設けられ、基端にヘッド部が設けられ、前記ヘッド部の動きの角速度を検出するジャイロ部が前記ヘッド部に設けられている内視鏡装置と、検出された前記角速度、前記体腔内への挿入孔であって、前記挿入部の支点となる位置から前記対物レンズまでの距離、および前記対物レンズから被写体までの距離に基づいて、前記内視鏡装置から入力される、前記対物レンズによって集光された光学像に対応する画像信号の有効画素エリアから切り出しエリアを切り出すことにより、前記画像信号の手振れを補正する補正部とが設けられている画像処理装置とを含む。

【0013】

10

前記内視鏡装置は、前記挿入部の軸方向に対して、その光軸が所定の角度からなる斜視角をなす対物レンズを有する斜視鏡とすることができる。

【0014】

前記斜視角には、30度、および70度を含ませるようにすることができる。

【0015】

前記画像処理装置には、前記画像信号に基づいて、前記斜視角を測定させるようにすることができる。

【0016】

前記画像処理装置には、検出された前記角速度を時間方向に平準化する角速度平準化部をさらに設けるようにさせることができる。

20

【0017】

前記画像処理装置には、手振れ補正済みの前記画像信号のローリングシャッタ歪を除去する歪除去部をさらに設けるようにさせることができる。

【0018】

本開示の一側面の画像処理装置は、体腔に挿入される硬性の挿入部の先端に、前記挿入部の軸方向に対して、その光軸が所定の角度をなす対物レンズが設けられ、基端にヘッド部が設けられ、前記ヘッド部の動きの角速度を検出するジャイロ部が前記ヘッド部に設けられている内視鏡装置により検出された前記角速度、前記体腔内への挿入孔であって、前記挿入部の支点となる位置から前記対物レンズまでの距離、および前記対物レンズから被写体までの距離に基づいて、前記内視鏡装置から入力される、前記対物レンズによって集光された光学像に対応する画像信号の有効画素エリアから切り出しエリアを切り出すことにより、前記画像信号の手振れを補正する補正部を含む。

30

【0019】

本開示の一側面の画像処理方法は、体腔に挿入される硬性の挿入部の先端に、前記挿入部の軸方向に対して、その光軸が所定の角度をなす対物レンズが設けられ、基端にヘッド部が設けられ、前記ヘッド部の動きの角速度を検出するジャイロ部が前記ヘッド部に設けられている内視鏡装置により検出された前記角速度、前記体腔内への挿入孔であって、前記挿入部の支点となる位置から前記対物レンズまでの距離、および前記対物レンズから被写体までの距離に基づいて、前記内視鏡装置から入力される、前記対物レンズによって集光された光学像に対応する画像信号の有効画素エリアから切り出しエリアを切り出すことにより、前記画像信号の手振れを補正する補正部を含む画像処理装置の画像処理方法において、前記ジャイロ部が、前記ヘッド部の動きの角速度を検出し、前記補正部が、前記ジャイロ部により検出された前記角速度、前記体腔内への挿入孔であって、前記挿入部の支点となる位置から前記対物レンズまでの距離、および前記対物レンズから被写体までの距離に基づいて、前記対物レンズによって集光された光学像に対応する画像信号の有効画素エリアから切り出しエリアを切り出すことにより、前記画像信号の手振れを補正するステップを含む。

40

【0020】

本開示の一側面のプログラムは、体腔に挿入される硬性の挿入部の先端に、前記挿入部の軸方向に対して、その光軸が所定の角度をなす対物レンズが設けられ、基端にヘッド部

50

が設けられ、前記ヘッド部の動きの角速度を検出するジャイロ部が前記ヘッド部に設けられている内視鏡装置から入力される、前記対物レンズによって集光された光学像に対応する画像信号を処理する画像処理装置を制御するコンピュータを、検出された前記角速度、前記体腔内への挿入孔であって、前記挿入部の支点となる位置から前記対物レンズまでの距離、および前記対物レンズから被写体までの距離に基づいて、前記対物レンズによって集光された光学像に対応する画像信号の有効画素エリアから切り出しエリアを切り出すことにより、前記画像信号の手振れを補正する補正部として機能させる。

【0021】

本開示の一側面においては、内視鏡装置において、体腔に挿入される硬性の挿入部の先端に、前記挿入部の軸方向に対して、その光軸が所定の角度をなす対物レンズが設けられ、基端にヘッド部が設けられ、前記ヘッド部の動きの角速度を検出するジャイロ部が前記ヘッド部に設けられ、前記内視鏡装置から入力される、前記対物レンズによって集光された光学像に対応する画像信号が処理され、検出された前記角速度、前記体腔内への挿入孔であって、前記挿入部の支点となる位置から前記対物レンズまでの距離、および前記対物レンズから被写体までの距離に基づいて、前記対物レンズによって集光された光学像に対応する画像信号の有効画素エリアから切り出しエリアが切り出されることにより、前記画像信号の手振れが補正される。

10

【0022】

本技術の一側面の内視鏡システム、および画像処理装置は、それぞれ独立した装置であっても良いし、内視鏡システム、および画像処理装置のそれぞれとして機能するブロックであっても良い。

20

【発明の効果】

【0023】

本技術の一側面によれば、被写体距離、回転半径、斜視鏡の鏡筒軸と光学系の光軸とがなす角度、および斜視鏡の基準位置からの回転角度を考慮した手ぶれ補正を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】腹腔鏡下手術の概要を示す図である。

【図2】本開示を適用した内視鏡システムの構成例を示すブロック図である。

30

【図3】図2の内視鏡装置の他の構成例を示すブロック図である。

【図4】図画像補正装置による補正処理の概要を説明する図である。

【図5】画像補正装置の構成例を示すブロック図である。

【図6】ビデオカメラと内視鏡装置との手ぶれ補正の違いを説明する図である。

【図7】ピンホールカメラモデルによる斜視鏡の構成を説明する図である。

【図8】直視鏡による手ぶれ補正を説明する図である。

【図9】斜視鏡における手ぶれの方向を説明する図である。

【図10】斜視鏡による手ぶれ補正を説明する図である。

【図11】画像補正処理を説明するフローチャートである。

【図12】手振れ補正後の画像を用いたスティッチング合成を説明する図である。

40

【図13】コンピュータの構成例を示すブロック図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本技術を実施するための最良の形態（以下、実施の形態と称する）について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0026】

<内視鏡システムの概要>

図1は、本技術を適用した内視鏡システムの概要を説明する図である。

【0027】

この内視鏡システムは、近年、医療現場において従来の開腹手術に代わって行われる腹

50

腔鏡下手術において利用される。

【0028】

すなわち、図1で示されるように、腹腔鏡下手術では、例えば腹部の手術を行う場合、従来行われていた腹壁1を切って開腹する代わりに、トロッカ2と称される開孔器具が腹壁に数か所取り付けられ、トロッカ2に設けられている孔から腹腔鏡（以下、内視鏡装置または内視鏡とも称する）21と処置具3が体内に挿入される。そして、内視鏡装置11によってビデオ撮像された患部（腫瘍等）4の画像をリアルタイムに見ながら、処置具4によって患部5を切除するなどの処置が行われる。

【0029】

なお、内視鏡装置11によりビデオ撮像される画像には画像振れが生じ得るので、それを補正する仕組みが必要となる。

10

【0030】

図1に示されるような直線棒状の内視鏡装置11では、ヘッド部24を術者、助手、スコピスト、またはロボットなどが保持しているが、ヘッド部24を保持する手などが振れた場合、その振れの動きが、トロッカ2を支点（回転センタ）として対物レンズ22に伝わるので、ヘッド部24を保持する手の振れに起因する画像振れが発生し得る。

【0031】

本技術の内視鏡システムは、この画像振れに基づく画像の乱れを補正する、いわゆる手ぶれ補正を実現するものである。

【0032】

20

<内視鏡システムの構成例>

ここで、図2を参照して、本技術の実施の形態である内視鏡システムの構成例について説明する。この内視鏡システム10は、内視鏡装置11、画像補正装置（画像処理装置）12、および表示装置13から構成される。

【0033】

内視鏡装置11と画像補正装置12は、ケーブルを介して接続する他、無線で接続してもよい。また、画像補正装置12を手術室から離れた場所に配置し、構内LANやインターネットなどのネットワークを介して接続するようにしてもよい。画像補正装置12と表示装置13の接続についても同様とする。

【0034】

30

内視鏡装置11は、直線棒状の鏡筒部21とヘッド部24から構成される。鏡筒部21は、光学視管または硬性管とも称され、その長さが数10センチ程度であり、体内の挿入される側の一端には対物レンズ22が設けられており、他端はヘッド部24に接続されている。鏡筒部21の内部にはリレー光学系の光学レンズ部23が設けられている。なお、鏡筒部21の形状は、直線棒状に限定されるものではない。

【0035】

鏡筒部21には、大きく分類して、図2の鏡筒軸Aと光軸Bが等しい直視鏡と、鏡筒軸Aと光軸Bとが所定の角度をなす斜視鏡がある。図2の鏡筒部21は、このうち斜視鏡を例にしたものである。斜視鏡において、鏡筒軸Aと光軸Bとの所定のなす角は、斜視角とも称され、一般に、30度、および70度などとされるものが多いが、それ以外の角度のものも存在し、自由に設定することができる。

40

【0036】

ヘッド部24には、撮像部25およびジャイロ部26が内蔵されている。撮像部25は、CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）などの撮像素子を有し、鏡筒部21から入力される患部の光学像を所定のフレームレートで画像信号に変換する。また、ヘッド部24には、光源装置14が接続されており、撮像に必要なとされる光源の供給を受けて、光学レンズ部23を介して患部4を照射する。この際、光源装置14は、さまざまな波長の光を切り替えて発することができ、通常光に加えて、患部4を特に識別できるような特殊光を発することもできる。したがって、撮像部25により撮像される画像は、通常光による画像信号の他、特殊光による画像信号を撮像することも可能である。

50

【0037】

ジャイロ部26は、ヘッド部24が動かされる時の角速度を検出して後段の画像補正装置12に出力する。

【0038】

内視鏡装置11においては、対物レンズ22により集光される患部の光学像が光学レンズ部23を介してヘッド部24の撮像部25に入射され、撮像部25によって所定のフレームレートの画像信号に変換されて後段の画像補正装置12に出力される。また、内視鏡装置11においては、ジャイロ部26により、ヘッド部24の動きの角速度が検出されて後段の画像補正装置12に出力される。

【0039】

10

図3は、内視鏡装置11の他の構成例を示している。同図に示されるように、対物レンズ22の直後に撮像部25を配置し、鏡筒部21の内部の光学レンズ部23を省略するようにしてもよい。

【0040】

<補正処理の概要>

次に、図4を参照して、画像補正装置12による補正処理の概要を説明する。画像補正装置12は、内視鏡装置11の撮像部25から所定のフレームレートで入力される画像信号の全領域（有効画素エリア）から、有効画素エリアよりも小さなサイズの切り出しエリアを切り出すことにより得られる画像信号を後段の表示装置13に出力する。この時、切り出しエリアの位置を手振れに応じたシフト量だけ移動させることによって手振れを補正

20

【0041】

<画像補正処理装置の構成例>

次に、図5を参照して、画像補正装置12の構成例について説明する。画像補正装置12は、角速度平準化部31、シフト量決定部32、画像切り出し部33、歪除去部34、および画像出力部35から構成される。

【0042】

角速度平準化部31は、内視鏡装置11のジャイロ部26によって検出されたヘッド部24の角速度を時間方向に積分することによって平準化し、瞬時エラーを除去した角速度をシフト量決定部32および歪除去部34に出力する。

30

【0043】

シフト量決定部32は、平準化された角速度に基づいて、対物レンズ22の移動量を算出し、算出した対物レンズ22の移動量から画像切り出しエリアのシフト量を決定して画像切り出し部33に通知する。なお、対物レンズ22の移動量に対応する画像切り出しエリアのシフト量は、対物レンズ22の倍率に応じて変化する。そこで、シフト量決定部32には、対物レンズ22の倍率と移動量からシフト量を算出する関数を保持させておくか、これらの対応を表すテーブルを予め保持させるようにする。

【0044】

画像切り出し部33は、内視鏡装置11の撮像部25から順次入力される所定のフレームレートの画像信号から、シフト量決定部32からのシフト量に応じてその位置を調整した切り出しエリアの画素を切り出し、その結果得られた手振れ補正画像信号を歪除去部34に出力する。

40

【0045】

歪除去部34は、画像切り出し部33からの手振れ補正画像信号にローリングシャッタ歪（撮像部25のシャッタ機構がローリングシャッタである場合に生じ得る）が生じている場合、それを除去して画像出力部35に出力する。なお、ローリングシャッタ歪の除去については既存の任意の方法を適用すればよい。

【0046】

画像出力部35は、歪除去部34を介して入力される手振れ補正画像信号を後段（今の

50

場合、表示装置 1 3) に出力する。

【0047】

＜シフト量の決定方法＞

ここで、シフト量の決定方法について説明する。

【0048】

一般的に、ビデオカメラでは、図 6 の左部で示されるように、数メートルから数十メートル離れたところにある対象物体が撮像されるため、撮像装置 1 0 1 の光学系から対象物体までの距離（以下、被写体距離と呼ぶ） d_2 が、手ぶれにより発生した回転の回転中心 c_2 と撮像装置 1 0 1 の光学系までの距離（以下、回転半径と呼ぶ）に比べて十分に大きい。このため、特許文献 1 などに記載されている方法では、回転半径 r_2 は被写体距離 d_2 に比べて無視できる程度に十分に小さいという仮定のもと、手ぶれ補正のシフト量の算出を行っている。尚、図 6 の左部においては、撮像装置 1 0 1 ' が、回転中心 c_2 を中心としてずれ角 θ_2 だけ手ぶれした場合の位置が、撮像装置 1 0 1 として示されている。

10

【0049】

一方、内視鏡装置では、図 6 の右部で示されるように、被写体距離 d_1 が数ミリメートルから数センチメートルの対象物体が撮像される。また、腹腔鏡下手術の場合、内視鏡装置 1 1 はトロッカ 2 と呼ばれる筒を介して腹腔内に挿入される。このとき、内視鏡装置 1 1 はトロッカ 2 を支点 c_1 として回転することになる。内視鏡装置 1 1 の場合、回転半径 r_1 が被写体距離 d_1 に対して無視できるほど小さくないため、特許文献 1 などで記載されている手ぶれ補正方法では効果が得られない。尚、図 6 の右部においては、内視鏡装置 1 1 が、回転中心 c_1 を中心として、ヘッド部 2 4 がずれ角 θ_1 だけ、手ぶれした場合の位置が、ヘッド部 2 4 ' として示されている。

20

【0050】

また、本実施の形態で示される内視鏡装置 1 1 のように、斜視鏡の場合、被写体距離と回転半径に加え、斜視鏡の鏡筒軸と光学系の光軸とがなす角度、および鏡筒の基準位置からの回転角度を考慮してシフト量を算出しなければ手ぶれ補正効果が得られない。

【0051】

そこで、以降においては、斜視鏡の内視鏡装置 1 1 におけるシフト量を説明するにあたって、まず、ピンホールカメラモデルを用いて斜視鏡である場合のシフト量について説明する。

30

【0052】

例えば、図 7 で示されるピンホールカメラモデルにおいて、点 O は、光が集光する光学中心（ピンホール）であり、画像面 S に像（画像）が形成される。実際は、内視鏡装置 1 1 では、ヘッド部 2 4 に撮像部 2 5 があるが、説明を簡単にするため、図 7 では画像面 S を光学中心 O の前面に配置して考える。また、光学中心 O と画像面 S の距離を焦点距離 f とする。

【0053】

次に、図 8 を参照して、鏡筒軸 A と光軸 B とが同一となる直視鏡を用いた場合における、被写体距離と回転半径を考慮した手ぶれ補正のシフト量の導出方法について説明する。

【0054】

40

時刻 $t-1$ において、ヘッド部 2 4 の撮像部 2 5 における画像面中心に被写体である点光源 P が映っているものとする。時刻 $t-1$ から時刻 t の間に、中心点 C を中心にヘッド部 2 4 が θ [ラジアン] だけ回転（手ぶれ）したヘッド部 2 4 ' に移動したものとする。このとき、時刻 t におけるヘッド部 2 4 ' の画像面のどこに点光源 P が映るのかを考える。すなわち、時刻 t のヘッド部 2 4 ' で得られる画像上における点光源の位置と画像中心との距離 u が、求めたい手ぶれ補正のシフト量となる。手ぶれ補正のシフト量 u は、図 8 に示す幾何学的な関係により以下の式（1）のように定義される。

【0055】

【数 1】

$$u = \frac{(d+r)\sin\theta}{(d+r)\cos\theta - r} f$$

・・・ (1)

【0056】

ここで、 d は被写体距離、 r は回転半径、 f は焦点距離である。一般的に、微小時間（1 フレーム間）における手ぶれ量（回転角 θ ）は微小であり、 $\sin\theta \approx \tan\theta \approx \theta$ 、 $\cos\theta \approx 1$ と近似できるので、式（1）は、以下の式（2）のように近似できる。

10

【0057】

【数 2】

$$u = \frac{d+r}{d} f \tan\theta = \frac{d+r}{d} f \theta$$

・・・ (2)

【0058】

さらに、式（2）において、回転半径 r が被写体距離 d に対して無視できる程度に十分小さい場合（ $d \gg r$ ）、 $d+r \approx d$ と近似できるので、式（2）は、以下の式（3）のように近似できる。

【0059】

20

【数 3】

$$u = f \tan\theta = f \theta$$

・・・ (3)

【0060】

これは特許文献 1 などでは示されている一般的なビデオカメラなどの撮像装置における手ぶれ補正シフト量と同じである。

【0061】

内視鏡装置 11 の場合、図 6 で示されるように、回転半径 r が被写体距離 d に対して無視できないので、これらを考慮した式（2）を用いることで、従来の方法よりも効果的に手ぶれ補正を行うことができる。

30

【0062】

次に、硬性鏡の光軸 A が、鏡筒の軸 B に対して傾いた斜視鏡の場合を考える。

【0063】

まず、図 9 を参照して、以下の説明で用いるパラメータについて説明する。図 9 においては、斜視鏡が基準位置（ $\theta_z = 0$ ）にあるときの、斜視鏡の光軸 B と鏡筒軸（Z 軸（= A））とのなす角度を ϕ [ラジアン] とする。斜視鏡が基準位置から θ_z だけ回転したときの光軸 B' の X-Z 平面に投影した線と、鏡筒軸 Z とのなす角度を ϕ_y とする。斜視鏡が基準位置から θ_z だけ回転したときの光軸の X-Z 平面に投影した線と、光軸とのなす角度を ϕ_x とする。また、内視鏡装置 11 の X 軸周りの回転を θ_x とし、Y 軸周りの回転を θ_y とする。

40

【0064】

このとき、 ϕ の X 軸と Y 軸の角度成分である ϕ_x 、 ϕ_y は、 ϕ と θ_z を用いて以下の式（4）、式（5）のように表される。

【0065】

【数 4】

$$\phi_x = \tan^{-1} \left(\frac{\sin\phi \cos\theta_z}{\cos\phi} \right)$$

・・・ (4)

【0066】

【数 5】

$$\phi_y = \tan^{-1} \left(\frac{-\sin \phi \sin \theta_z}{\cos \phi} \right) \quad \dots (5)$$

【0067】

次に、図10を参照して、ヘッド部24における撮像部25の水平方向の手ぶれ補正のシフト量uについて説明する。

【0068】

図10においては、ヘッド部24が基準位置から θ_z だけ回転しているものとし、光軸BのX-Z平面に投影した線と、鏡筒軸Z(=A)とのなす角度 ϕ_y は式(5)で示した通りである。ここで、時刻t-1のヘッド部24における撮像部25の画像面中心に被写体である点光源Pが映っているとする。そして、時刻t-1から時刻tの間に、回転中心Cを中心にY軸周りにヘッド部24が θ_y [ラジアン] だけ回転(手ぶれ)したとする。このとき、時刻tにおける撮像部25の画像面のどこに点光源Pが映るのかを考える。すなわち、時刻tの撮像部25で得られる画像上における点光源Pの位置と画像中心との距離uが、手ぶれ補正のシフト量となる。図10におけるrは回転半径、dは時刻t-1におけるカメラの光学中心と点光源Pまでの被写体距離、fは焦点距離にである。

10

【0069】

図10の幾何関係から明らかなように、手ぶれ補正のシフト量uは、以下の式(6)となる。

20

【0070】

【数 6】

$$u = f \tan \theta (\phi_y + \alpha_y) \quad \dots (6)$$

【0071】

ここで、 α_y は点光源Pと時刻tにおけるヘッド部24の光学中心を結ぶ線分と鏡筒軸Zのなす角度であり、以下の式(7)により定義される。

【0072】

【数 7】

$$\alpha_y = \tan^{-1} \left(\frac{h \sin \omega_y}{h \cos \omega_y - r} \right) \quad \dots (7)$$

30

【0073】

ここで、hは点光源Pと回転中心Cを結ぶ線分であり、その長さは、以下の式(8)で定義される。

【0074】

【数 8】

$$h = \sqrt{d^2 + r^2 + 2dr \cos \phi_y} \quad \dots (8)$$

【0075】

40

また、式(7)中の ω_y は線分hと時刻tにおける鏡筒軸Zとのなす角度のことであり、以下の式(9)により定義される。

【0076】

【数 9】

$$\omega_y = \theta_y - \tan^{-1} \left(\frac{d \sin \phi_y}{r + d \cos \phi_y} \right) \quad \dots (9)$$

【0077】

以上より、斜視鏡の光軸方向を考慮した手ぶれ補正のシフト量は、上述した式(6)により定義することができる。

50

【0078】

なお、撮像部25の垂直方向の手ぶれ補正シフト量 v についてもまったく同様に定義することが可能である。

【0079】

また、直視鏡の場合は、光軸と鏡筒軸とのなす角度 ϕ が0となるので、式(5)において $\phi y = 0$ となる。よって、式(6)に $\phi y = 0$ を代入すると、直視鏡の場合における手ぶれ補正シフト量である式(3)と等価になる。

【0080】

さらに、式(6)において、手ぶれによって発生した回転中心Cを中心にY軸周りに回転した角度 θy は、ジャイロ部26により検出される。

10

【0081】

また、式(6)において、被写体距離 d は、手動で与えてもよいし、例えば、撮像部25に、Time of flight法により距離を検出する距離センサとしての機能を付加させ、画像解析により取得してもよい。

【0082】

さらに、式(6)において、回転半径 r は、手動で与えてもよいし、例えば、撮像部25やトロッカ2に取り付けられたセンサ(圧力センサなど)や、画像解析により取得するようにしてもよい。

【0083】

また、式(6)において、硬性鏡の光軸と鏡筒軸がなす角度(斜視角) ϕ は、手動で与えてもよいし、例えば、画像解析により取得してもよい。

20

【0084】

さらに、式(6)において、内視鏡装置11の基準値からの回転角度 θz は、手動で与えてもよいし、例えば、角度検出センサ、または画像解析により取得するようにしてもよい。

【0085】

<動作説明>

次に、図11のフローチャートを参照して、画像補正装置12による画像補正処理を説明する。尚、ここでは、被写体距離 d 、回転半径 r 、および角度 ϕ については、キャリブレーション等の処理により、それぞれが手動入力、または画像解析等により事前に設定されているものとする。また、回転角度 θz は、ジャイロ部26により測定された値が用いられる。

30

【0086】

ステップS1において、内視鏡装置11から画像補正装置12に対して、所定のフレームレートの画像信号の入力と、ヘッド部24の動きを表す角速度信号の入力が開始される。画像信号は画像切り出し部33に、角速度信号は、角速度平準化部31に入力される。

【0087】

ステップS2において、角速度平準化部31では、内視鏡装置11のジャイロ部26によって検出されたヘッド部24の角速度を時間方向に積分することによって平準化してシフト量決定部32および歪除去部34に出力する。

40

【0088】

ステップS3において、シフト量決定部32は、上述した式(6)を利用して、平準化された角速度に基づいて、対物レンズ22の移動量を算出し、さらに、算出した対物レンズ22の移動量から画像切り出しエリアのシフト量を決定して画像切り出し部33に通知する。

【0089】

ステップS4において、画像切り出し部33は、内視鏡装置11から順次入力される所定のフレームレートの画像信号から、シフト量決定部32からのシフト量に応じてその位置を調整した切り出しエリアの画素を切り出し、その結果得られた手振れ補正画像信号を歪除去部34に出力する。

50

【0090】

ステップS5において、歪除去部34は、画像切り出し部33からの手振れ補正画像信号にローリングシャッタ歪が生じている場合、それを除去して画像出力部35に出力する。画像出力部35は、歪除去部34を介して入力される手振れ補正画像信号を表示装置13に出力する。

【0091】

以上に説明したように、本実施の形態である内視鏡システム10は、内視鏡装置11によって撮像したビデオ画像に生じ得る手振れを補正することができる。

【0092】

尚、例えば、トロッカを回転中心として内視鏡装置11を大きく動かして撮像を行い、その結果得られる複数の画像を、図12に示されるように、回転センタの位置と角速度に基づいてスティッチング合成すれば、比較的少ない処理量で高精度の高視野角画像を得ることができる。

10

【0093】

また、上述した手法は、手ぶれにより位置が変化する連続した画像を、位置を揃えて表示することで手ぶれ補正を実現するものであったが、同様の手法により、複数の画像を同一位置で重ね合わせて1枚の画像を生成することもできるので、これによりノイズ除去を実現することも可能となる。

【0094】

さらに、手ぶれを補正するにあたって、シフト量が求められることになるが、このシフト量は、手ぶれの程度を示す指標となる。従って、シフト量が増えるほどに手ぶれが大きくなっていることを認識することができるので、例えば、シフト量の大きさをユーザの疲労の程度を示す指標とみなすことで、ユーザの疲労度を測定することも可能となる。

20

【0095】

ところで、上述した画像補正装置12の一連の処理は、ハードウェアにより実行することもできるし、ソフトウェアにより実行することもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行する場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、コンピュータにインストールされる。ここで、コンピュータには、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータや、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどが含まれる。

30

【0096】

図13は、上述した一連の処理をプログラムにより実行するコンピュータのハードウェアの構成例を示すブロック図である。

【0097】

コンピュータ100において、CPU (Central Processing Unit) 101, ROM (Read Only Memory) 102, RAM (Random Access Memory) 103は、バス104により相互に接続されている。

【0098】

バス104には、さらに、入出力インタフェース105が接続されている。入出力インタフェース105には、入力部106、出力部107、記憶部108、通信部109、およびドライブ110が接続されている。

40

【0099】

入力部106は、キーボード、マウス、マイクロフォンなどよりなる。出力部107は、ディスプレイ、スピーカなどよりなる。記憶部108は、ハードディスクや不揮発性のメモリなどよりなる。通信部109は、ネットワークインタフェースなどよりなる。ドライブ110は、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、又は半導体メモリなどのリムーバブルメディア111を駆動する。

【0100】

以上のように構成されるコンピュータ100では、CPU101が、例えば、記憶部108に記憶されているプログラムを、入出力インタフェース105およびバス104を介し

50

て、RAM 103にロードして実行することにより、上述した一連の処理が行われる。

【0101】

コンピュータ100（CPU101）が実行するプログラムは、例えば、パッケージメディア等としてのリムーバブルメディア111に記録して提供することができる。また、プログラムは、ローカルエリアネットワーク、インターネット、デジタル衛星放送といった、有線または無線の伝送媒体を介して提供することができる。

【0102】

なお、コンピュータ100が実行するプログラムは、本明細書で説明する順序に沿って時系列に処理が行われるプログラムであってもよいし、並列に、あるいは呼び出しが行われたとき等の必要なタイミングで処理が行われるプログラムであってもよい。

10

【0103】

なお、本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

【0104】

尚、本技術は、以下のような構成も取ることができる。

（１） 体腔に挿入される硬性の挿入部の先端に、前記挿入部の軸方向に対して、その光軸が所定の角度をなす対物レンズが設けられ、基端にヘッド部が設けられ、前記ヘッド部の動きの角速度を検出するジャイロ部が前記ヘッド部に設けられている内視鏡装置と、

検出された前記角速度に基づいて、前記内視鏡装置から入力される、前記対物レンズによって集光された光学像に対応する画像信号の有効画素エリアから切り出しエリアを切り出すことにより、前記画像信号の手振れを補正する補正部とが設けられている画像処理装置と

20

を含む内視鏡システム。

（２） 前記内視鏡装置は、前記挿入部の軸方向に対して、その光軸が所定の角度からなる斜視角をなす対物レンズを有する斜視鏡である

（１）に記載の内視鏡システム。

（３） 前記斜視角は、30度、および70度を含む

（２）に記載の内視鏡システム。

（４） 前記画像処理装置は、

前記画像信号に基づいて、前記斜視角を測定する

30

（１）乃至（３）のいずれかに記載の内視鏡システム。

（５） 前記画像処理装置は、

検出された前記角速度を時間方向に平準化する角速度平準化部をさらに備える

（１）乃至（４）のいずれかに記載の内視鏡システム。

（６） 前記画像処理装置は、

手振れ補正済みの前記画像信号のローリングシャッタ歪を除去する歪除去部をさらに備える

（１）乃至（５）のいずれかに記載の内視鏡システム。

（７） 体腔に挿入される硬性の挿入部の先端に、前記挿入部の軸方向に対して、その光軸が所定の角度をなす対物レンズが設けられ、基端にヘッド部が設けられ、前記ヘッド部の動きの角速度を検出するジャイロ部が前記ヘッド部に設けられている内視鏡装置により検出された前記角速度に基づいて、前記内視鏡装置から入力される、前記対物レンズによって集光された光学像に対応する画像信号の有効画素エリアから切り出しエリアを切り出すことにより、前記画像信号の手振れを補正する補正部を含む

40

画像処理装置。

（８） 体腔に挿入される硬性の挿入部の先端に、前記挿入部の軸方向に対して、その光軸が所定の角度をなす対物レンズが設けられ、基端にヘッド部が設けられ、前記ヘッド部の動きの角速度を検出するジャイロ部が前記ヘッド部に設けられている内視鏡装置から入力される、前記対物レンズによって集光された光学像に対応する画像信号を処理する画像処理装置に画像処理方法において、

50

検出された前記角速度に基づいて、前記対物レンズによって集光された光学像に対応する画像信号の有効画素エリアから切り出しエリアを切り出すことにより、前記画像信号の手振れを補正する

ステップを含む画像処理方法。

(9) 体腔に挿入される硬性の挿入部の先端に、前記挿入部の軸方向に対して、その光軸が所定の角度をなす対物レンズが設けられ、基端にヘッド部が設けられ、前記ヘッド部の動きの角速度を検出するジャイロ部が前記ヘッド部に設けられている内視鏡装置から入力される、前記対物レンズによって集光された光学像に対応する画像信号を処理する画像処理装置を制御するコンピュータを、

検出された前記角速度に基づいて、前記対物レンズによって集光された光学像に対応する画像信号の有効画素エリアから切り出しエリアを切り出すことにより、前記画像信号の手振れを補正する補正部

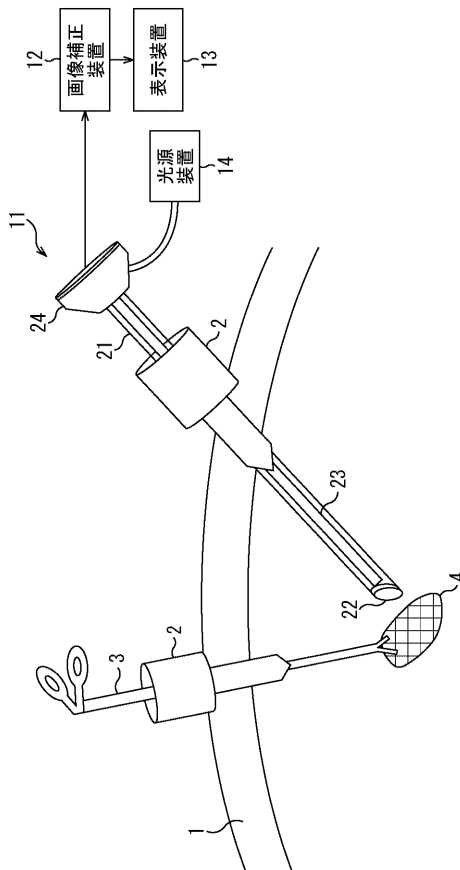
として機能させるプログラム。

【符号の説明】

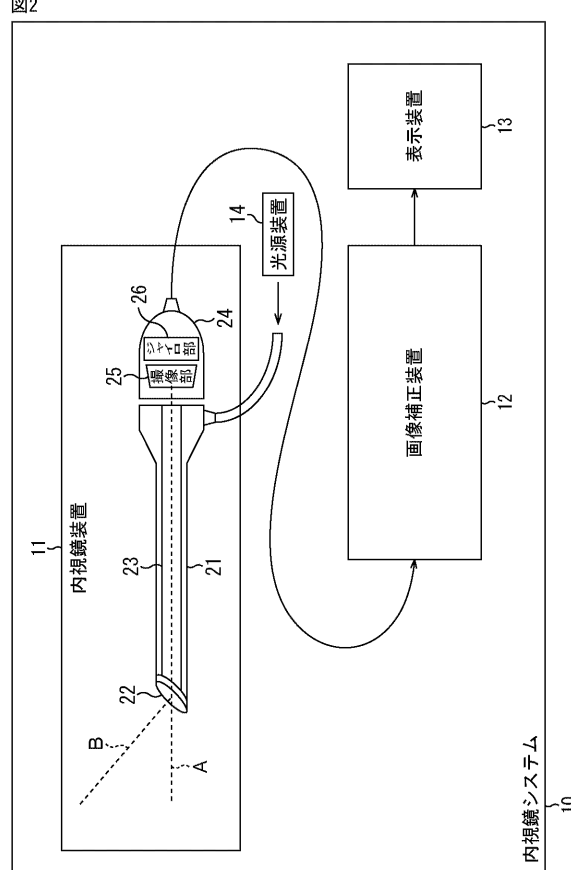
【0105】

2 トロッカ、 10 内視鏡システム、 11 内視鏡装置、 12 画像補正装置、 13 表示装置、 14 光源装置、 21 鏡筒部、 22 対物レンズ、 23 光学レンズ部、 24 ヘッド部、 25 撮像部、 26 ジャイロ部、 31 角速度平準化部、 32 シフト量決定部、 33 画像切り出し部、 34 歪除去部、 35 画像出力部、 100 コンピュータ、 101 CPU

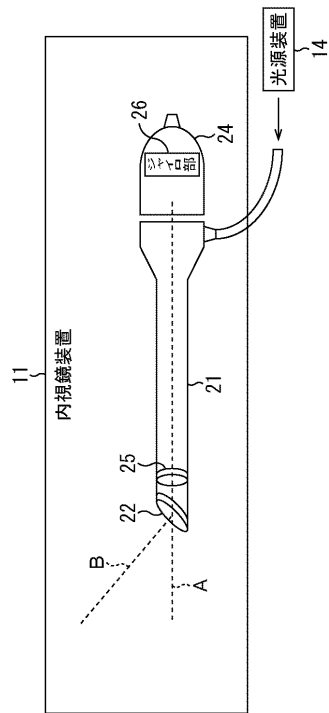
【図1】
図1



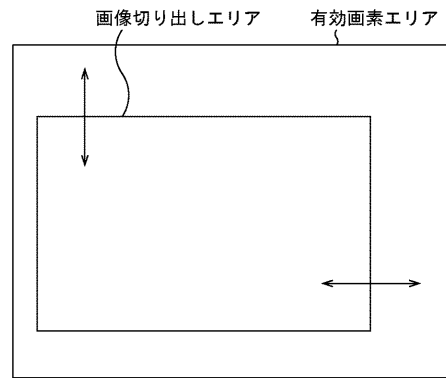
【図2】
図2



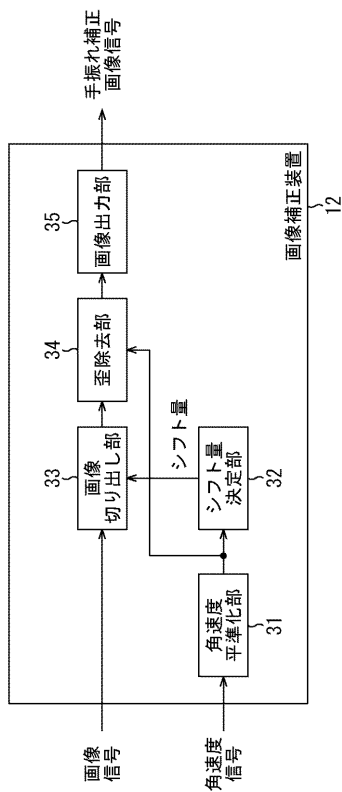
【図 3】
図3



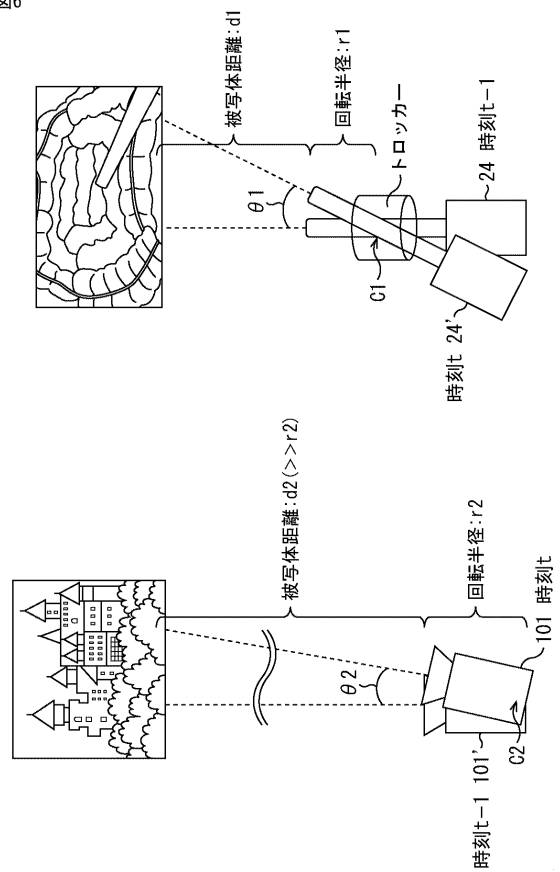
【図 4】
図4



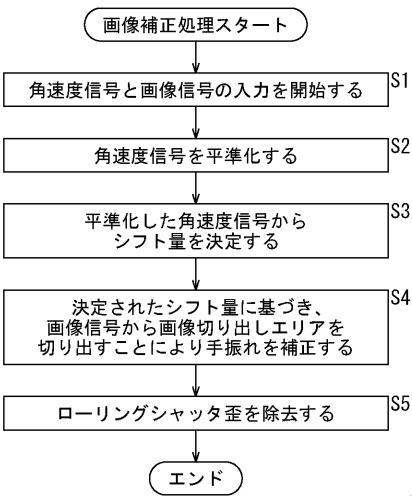
【図 5】
図5



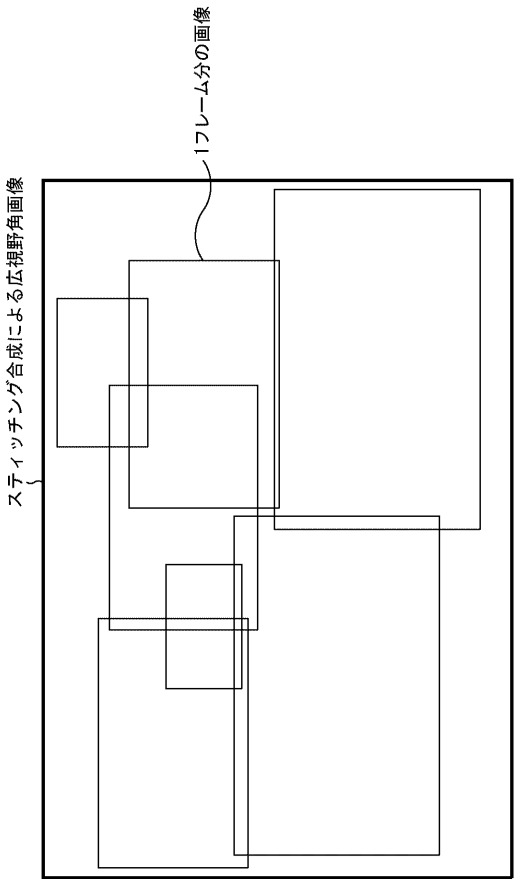
【図 6】
図6



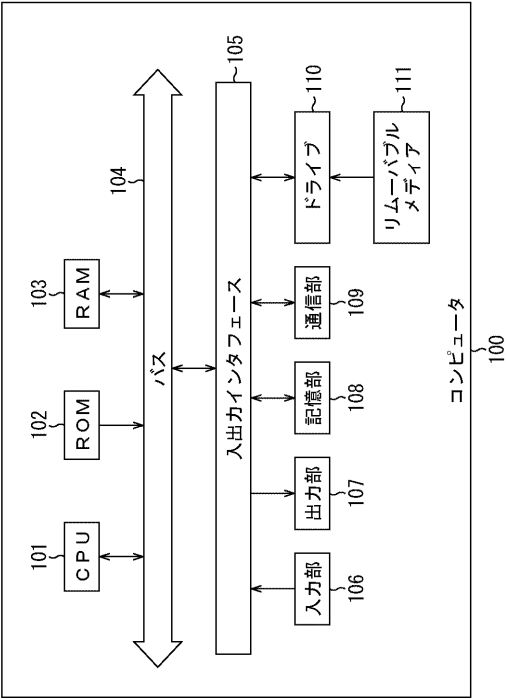
【図 1 1】
図11



【図 1 2】
図12



【図 1 3】
図13



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<i>H 0 4 N</i>	<i>5/225</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>G 0 3 B</i>	<i>5/00</i>	<i>K</i>
<i>H 0 4 N</i>	<i>5/232</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>G 0 3 B</i>	<i>7/093</i>	
<i>H 0 4 N</i>	<i>7/18</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H 0 4 N</i>	<i>5/225</i>	<i>5 0 0</i>
			<i>H 0 4 N</i>	<i>5/232</i>	
			<i>H 0 4 N</i>	<i>7/18</i>	<i>M</i>

(56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 2 1 8 1 2 9 (J P, A)
 特開平 0 5 - 0 4 9 5 9 9 (J P, A)
 特開 2 0 0 9 - 2 5 4 7 3 6 (J P, A)
 米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 1 5 4 2 6 0 (U S, A 1)
 米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 1 5 9 6 5 3 (U S, A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

A 6 1 B	1 / 0 0 - 1 / 3 2
A 6 1 B	1 7 / 0 0 - 1 7 / 9 4
G 0 2 B	2 3 / 2 4 - 2 3 / 2 6
G 0 6 T	1 / 0 0 - 1 / 4 0
G 0 6 T	3 / 0 0 - 5 / 5 0
G 0 6 T	9 / 0 0 - 9 / 4 0
H 0 4 N	5 / 2 2 2 - 5 / 2 5 7

专利名称(译)	内窥镜系统，图像处理设备，图像处理方法和程序		
公开(公告)号	JP6519144B2	公开(公告)日	2019-05-29
申请号	JP2014226055	申请日	2014-11-06
[标]申请(专利权)人(译)	索尼公司		
申请(专利权)人(译)	索尼公司		
当前申请(专利权)人(译)	索尼公司		
[标]发明人	上森 丈士		
发明人	上森 丈士		
IPC分类号	A61B1/313 A61B1/00 A61B1/045 G03B5/00 G03B7/093 H04N5/225 H04N5/232 H04N7/18		
CPC分类号	A61B1/00009 A61B1/00174 A61B1/00179 H04N5/23258 H04N5/23267 H04N5/3532 H04N2005/2255 A61B1/00045 A61B1/04 H04N5/23238		
FI分类号	A61B1/313 A61B1/00.R A61B1/00.550 A61B1/00.731 A61B1/045.610 G03B5/00.K G03B7/093 H04N5/225.500 H04N5/232 H04N7/18.M A61B1/00.A A61B1/00.300.A A61B1/00.710 A61B1/04 A61B1/04.370 H04N5/225 H04N5/225.C H04N5/225.400 H04N5/232.Z H04N5/232.290 H04N5/232.480		
F-TERM分类号	2H002/EB00 2K005/AA20 2K005/BA33 2K005/CA14 2K005/CA29 4C161/AA00 4C161/BB03 4C161/CC06 4C161/DD01 4C161/FF11 4C161/HH51 4C161/JJ11 4C161/LL03 4C161/NN01 4C161/NN05 4C161/PP19 4C161/WW02 5C054/CC07 5C054/FE00 5C054/FE26 5C054/HA12 5C122/DA26 5C122/EA41 5C122/FB11 5C122/FC02 5C122/FH06 5C122/HA78 5C122/HA79 5C122/HA88 5C122/HB01 5C122/HB10		
代理人(译)	西川 孝		
其他公开文献	JP2016087141A5 JP2016087141A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明的目的是使得可以在包括透视内窥镜的内窥镜设备中校正相机抖动。当内窥镜装置中的镜筒的轴向与物镜的光轴方向具有以预定角度形成的透视角时，水平方向上的相机抖动校正的偏移量 u 是焦距 f 可以通过倾斜角 ϕ_y 定义为 $u = f \tan \theta (\phi_y + \alpha_y)$ ，由连接成像单元的中心和光源的直线与镜筒轴形成的角度 α_y ，以及以这种方式计算的偏移量可以通过 u 校正相机抖动。本技术可以应用于内窥镜设备。[选定图]图10

(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 特 許 公 報 (B2)	(11) 特許番号
		特許第6519144号 (P6519144)
(45) 発行日 令和1年5月29日 (2019. 5. 29)		(24) 登録日 令和1年5月10日 (2019. 5. 10)
(51) Int. Cl.		
A 6 1 B 1/313 (2006. 01)	F 1	A 6 1 B 1/313
A 6 1 B 1/00 (2006. 01)		A 6 1 B 1/00 R
A 6 1 B 1/045 (2006. 01)		A 6 1 B 1/00 5 5 0
G 0 3 B 5/00 (2006. 01)		A 6 1 B 1/00 7 3 1
G 0 3 B 7/093 (2006. 01)		A 6 1 B 1/045 6 1 0
		請求項の数 9 (全 18 頁) 最終頁に続く
(21) 出願番号 特願2014-226055 (P2014-226055)	(73) 特許権者 000002185	(74) 代理人 西川 孝 弁理士 100082131 上森 丈士 東京港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 審査官 磯野 光司
(22) 出願日 平成26年11月6日 (2014. 11. 6)		
(65) 公開番号 特開2016-87141 (P2016-87141A)		
(43) 公開日 平成28年5月23日 (2016. 5. 23)		
審査請求日 平成29年2月15日 (2017. 2. 15)		
		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡システム、画像処理装置、画像処理方法、およびプログラム