

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02016/199264

発行日 平成30年5月24日 (2018. 5. 24)

(43) 国際公開日 平成28年12月15日 (2016. 12. 15)

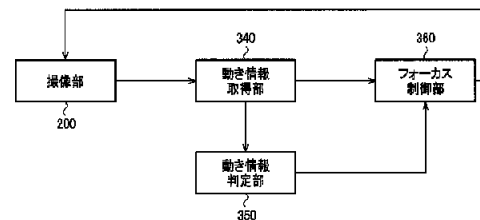
(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 7 3 5	2 H 0 1 1
A 6 1 B 1/045 (2006.01)	A 6 1 B 1/045 6 1 0	2 H 0 4 0
G 0 2 B 23/24 (2006.01)	G 0 2 B 23/24 B	2 H 1 0 0
G 0 2 B 7/28 (2006.01)	G 0 2 B 7/28 N	2 H 1 5 1
G 0 2 B 7/36 (2006.01)	G 0 2 B 7/36	4 C 1 6 1
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 33 頁) 最終頁に続く		

出願番号	特願2017-523043 (P2017-523043)	(71) 出願人	000000376
(21) 国際出願番号	PCT/JP2015/066837		オリンパス株式会社
(22) 国際出願日	平成27年6月11日 (2015. 6. 11)		東京都八王子市石川町2951番地
(81) 指定国	AP (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US	(74) 代理人	100104710 弁理士 竹腰 昇
		(74) 代理人	100124682 弁理士 黒田 泰
		(74) 代理人	100090479 弁理士 井上 一
		(74) 代理人	100166523 弁理士 西河 宏晃
		(74) 代理人	100187539 弁理士 藍原 由和
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 内視鏡装置及びフォーカス制御方法

(57) 【要約】

内視鏡装置は、撮像部200と被写体との間の動きを表す動き情報を取得する動き情報取得部340と、動き情報の信頼性である動き情報信頼性を判定する動き情報判定部350と、撮像部200を被写体に合焦させる合焦動作を実行するか否かを、動き情報と動き情報信頼性に基づいて判定するフォーカス制御部360と、を含む。



200 Imaging unit
340 Movement information acquisition unit
350 Movement information determination unit
360 Focus control unit

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

撮像部と被写体の間の動きを表す動き情報を取得する動き情報取得部と、
前記動き情報の信頼性である動き情報信頼性を判定する動き情報判定部と、
前記撮像部を前記被写体に合焦させる合焦動作を実行するか否かを、前記動き情報と前記動き情報信頼性に基づいて判定するフォーカス制御部と、
を含むことを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記フォーカス制御部は、

前記撮像部と前記被写体の間の大局的な動きを表すグローバル動き情報を前記動き情報と前記動き情報信頼性に基づいて求め、前記グローバル動き情報の信頼性であるグローバル動き情報信頼性を前記動き情報信頼性に基づいて判定し、前記グローバル動き情報又は前記グローバル動き情報信頼性の少なくとも一方に基づいて、前記合焦動作を実行するか否かを判定することを特徴とする内視鏡装置。

10

【請求項 3】

請求項 2 において、

前記フォーカス制御部は、

前記グローバル動き情報を複数のフレームで累積処理した累積グローバル動き情報を求め、前記累積グローバル動き情報又は前記グローバル動き情報信頼性の少なくとも一方に基づいて、前記合焦動作を実行するか否かを判定することを特徴とする内視鏡装置。

20

【請求項 4】

請求項 1 において、

前記動き情報取得部は、

前記撮像部により前記被写体が撮像された撮像画像に基づいて、複数の局所動き量を前記動き情報として求め、

前記動き情報判定部は、

前記複数の局所動き量の各局所動き量について前記動き情報信頼性を判定することを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 5】

請求項 4 において、

前記動き情報判定部は、

前記各局所動き量と周囲の局所動き量との相関に基づいて前記動き情報信頼性を判定することを特徴とする内視鏡装置。

30

【請求項 6】

請求項 4 において、

前記動き情報判定部は、

前記各局所動き量に対応する領域での前記撮像画像の明るさに基づいて前記動き情報信頼性を判定することを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 7】

請求項 4 において、

前記各局所動き量は、動きベクトルであり、

前記動き情報判定部は、

前記動きベクトルの始点に対応する 1 画素以上の画素値と、前記動きベクトルの終点に対応する 1 画素以上の画素値との相関に基づいて前記動き情報信頼性を判定することを特徴とする内視鏡装置。

40

【請求項 8】

請求項 1 において、

前記動き情報取得部は、

前記撮像部に設けられたモーションセンサの出力値に基づいて前記動き情報を取得し、

50

前記動き情報判定部は、

前記動き情報と前記動き情報の閾値との比較に基づいて前記動き情報信頼性を判定することを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 9】

請求項 1 において、

前記動き情報取得部は、

前記撮像部に設けられたモーションセンサの出力値に基づいて前記動き情報を取得し、

前記動き情報判定部は、

時系列に得られる複数の前記動き情報の各動き情報と、前又は後の少なくとも一方の動き情報との相関に基づいて、前記動き情報信頼性を判定することを特徴とする内視鏡装置。

10

【請求項 10】

請求項 1 において、

前記フォーカス制御部は、

前記撮像部と前記被写体の間の大局的な動きを表すグローバル動き情報を複数のフレームで累積処理した累積グローバル動き情報を、前記動き情報と前記動き情報信頼性に基づいて求め、前記累積グローバル動き情報が前記累積グローバル動き情報の閾値よりも大きいと判定した場合に、前記合焦動作を実行することを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 11】

請求項 10 において、

20

前記フォーカス制御部は、

前記グローバル動き情報の信頼性であるグローバル動き情報信頼性を前記動き情報信頼性に基づいて判定し、前記グローバル動き情報信頼性が低信頼であると判定したフレームでは、前記グローバル動き情報の累積処理を行わないことを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 12】

請求項 10 において、

前記フォーカス制御部は、

前記グローバル動き情報が表す動き量が、前記グローバル動き情報の閾値よりも小さいと判定したフレームでは、前記グローバル動き情報の累積処理を行わないことを特徴とする内視鏡装置。

30

【請求項 13】

請求項 10 において、

前記フォーカス制御部は、

前記グローバル動き情報の信頼性であるグローバル動き情報信頼性を前記動き情報信頼性に基づいて判定し、前記グローバル動き情報信頼性が低信頼であると判定したフレームでは、前記フレームよりも前のフレームでの前記グローバル動き情報を前記フレームでの前記グローバル動き情報として累積処理することを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 14】

請求項 10 において、

前記フォーカス制御部は、

40

前記グローバル動き情報の信頼性であるグローバル動き情報信頼性を前記動き情報信頼性に基づいて判定し、前記グローバル動き情報信頼性が低信頼であると判定したフレームでは、所定のグローバル動き情報を前記フレームでの前記グローバル動き情報として累積処理することを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 15】

請求項 1 において、

フォーカス制御部は、

前記撮像部と前記被写体の間の大局的な動きを表すグローバル動き情報の信頼性であるグローバル動き情報信頼性を、前記動き情報信頼性に基づいて判定し、前記グローバル動き情報が低信頼であると判定したフレーム数に基づいて前記合焦動作を実行するか否かを

50

判定することを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 16】

請求項 15 において、

前記フォーカス制御部は、

所定数のフレームのうち、前記グローバル動き情報が低信頼であると判定されたフレーム数が、フレーム数の閾値よりも多い場合に、前記合焦動作を実行することを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 17】

請求項 15 において、

前記フォーカス制御部は、

前記グローバル動き情報が低信頼であると判定されたフレームの継続数が、フレーム数の閾値よりも多い場合に、前記合焦動作を実行することを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 18】

撮像部と被写体の間の動きを表す動き情報を取得する処理を行い、

前記動き情報の信頼性である動き情報信頼性を判定する処理を行い、

前記撮像部を前記被写体に合焦させる合焦動作を実行するか否かを、前記動き情報と前記動き情報信頼性に基づいて判定する処理を行うことを特徴とするフォーカス制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡装置及びフォーカス制御方法等に関する。

【背景技術】

【0002】

内視鏡装置（内視鏡システム）においては、ユーザの診断・処置に支障をきたさないように出来るだけ深い被写界深度が要求される。しかし近年では、内視鏡装置においても高画素の撮像素子が使用され、それに従って被写界深度が浅くなってきていることから、それを補うためにオートフォーカス（以下 A F と略す）を行う内視鏡装置が提案されている。

【0003】

A F 制御の従来手法には、例えば以下のような手法がある。第 1 手法は、ビデオカメラ等で用いられる動画撮影での A F において、画像中のコントラスト変化をトリガとして合焦動作を実行する手法である。第 2 手法は、特許文献 1 に開示される手法である。この手法では、被写体とカメラの相対的な位置変化をモーションセンサで検出し、そのモーションセンサの出力（例えば角加速度、加速度等）が所定量以上となったことをトリガとして合焦動作を実行する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2010-191080 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記のような A F 制御の従来手法を内視鏡装置に適用した場合、内視鏡手技下で想定される様々なシーンにおいて、必要性に応じた適切なフォーカス制御が行われないという課題がある。例えば、内視鏡手技に第 1 手法を適用した場合、処置具の操作でコントラストが変化するため、不要な合焦動作が実行される可能性がある。或いは、内視鏡手技に第 2 手法を適用した場合、手ぶれ等の一時的な大きな動きが発生した場合に、不要な合焦動作が実行される可能性がある。

【0006】

本発明の幾つかの態様によれば、内視鏡手技下で想定される様々なシーンにおいて適切

10

20

30

40

50

なフォーカス制御を行うことが可能な内視鏡装置及びフォーカス制御方法等を提供できる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様は、撮像部と被写体の間の動きを表す動き情報を取得する動き情報取得部と、前記動き情報の信頼性である動き情報信頼性を判定する動き情報判定部と、前記撮像部を前記被写体に合焦させる合焦動作を実行するか否かを、前記動き情報と前記動き情報信頼性に基づいて判定するフォーカス制御部と、を含む内視鏡装置に係る。

【0008】

本発明の一態様によれば、撮像部と被写体の間の動きを表す動き情報と、その動き情報の信頼性とに基づいて、撮像部を前記被写体に合焦させる合焦動作を実行するか否かが判定される。このように動き情報とその信頼性を用いて合焦動作の必要性を判断することによって、不要な合焦動作が実行される可能性を低減でき、内視鏡手技下で想定される様々なシーンにおいて適切なフォーカス制御を行うことが可能になる。

【0009】

また本発明の他の態様は、撮像部と被写体の間の動きを表す動き情報を取得する処理を行い、前記動き情報の信頼性である動き情報信頼性を判定する処理を行い、前記撮像部を前記被写体に合焦させる合焦動作を実行するか否かを、前記動き情報と前記動き情報信頼性に基づいて判定する処理を行うフォーカス制御方法に係る。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、内視鏡手技の説明図。

【図2】図2は、第1実施形態における内視鏡装置の構成例。

【図3】図3は、第2実施形態における内視鏡装置の構成例。

【図4】図4は、動き情報取得部の詳細な構成例。

【図5】図5は、局所的な動きベクトルの例。

【図6】図6は、動き情報判定部の詳細な構成例。

【図7】図7は、ばらつき判定部が実行する処理のフローチャート。

【図8】図8は、類似ベクトル数カウント処理のフローチャート。

【図9】図9は、明るさ判定部が実行する処理のフローチャート。

【図10】図10は、一致度判定部が実行する処理のフローチャート。

【図11】図11は、フォーカス制御部の詳細な構成例。

【図12】図12は、グローバル動き情報取得部の詳細な構成例。

【図13】図13は、画面平行動き量算出部が実行する処理のフローチャート。

【図14】図14は、画面垂直動き量算出部が実行する処理のフローチャート。

【図15】図15は、その処理の説明図。

【図16】図16は、端点座標決定処理のフローチャート。

【図17】図17は、座標順序決定処理のフローチャート。

【図18】図18は、グローバル動き情報判定部が実行する処理のフローチャート。

【図19】図19は、合焦動作制御部が実行する処理のフローチャート。

【図20】図20は、合焦動作実行部が実行する処理のフローチャート。

【図21】図21は、第3実施形態における内視鏡装置の構成例。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本実施形態について説明する。なお、以下に説明する本実施形態は、請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また本実施形態で説明される構成の全てが、本発明の必須構成要件であるとは限らない。

【0012】

例えば、以下では本発明の構成やフォーカス制御方法を内視鏡装置の構成や作動方法に適用した場合を例に説明するが、これに限定されず、本発明の構成やフォーカス制御方法

10

20

30

40

50

を撮像装置（例えばビデオカメラ、顕微鏡、ロボットの視覚用カメラ等）や、そのフォーカス制御装置の構成や作動方法に適用することが可能である。

【0013】

1. 第1実施形態

上述したように、AF制御の従来手法として例えばコントラスト変化をトリガに用いる第1手法や、モーションセンサの出力が所定量以上になったことをトリガに用いる第2手法がある。これらの従来手法を内視鏡手技に適用した場合を考える。

【0014】

図1に示すように、内視鏡装置2を用いた手技下では、処置具4（例えば電気メスや鉗子等）を用いて被写体6（生体）に対して処置（例えば病変の切除や縫合等）が行われる。この内視鏡手技に第1手法を適用した場合、画像には被写体6だけでなく処置具4が含まれており、その処置具4はユーザの操作によって動いているため、撮影範囲やピントが変わっていてもコントラスト変化が発生する。この処置具4によるコントラスト変化によって不要な合焦動作が実行される可能性があり、処置具4の操作中において安定的なAF制御が困難となる。

【0015】

また第2手法を適用した場合、手ぶれ等の要因でモーションセンサの出力が瞬間的に所定量以上となる動きが発生した場合、撮影範囲が実質的に変わっていない（又は被写界深度から外れていない）にも関わらず、合焦動作が実行される。このようなユーザの意図しない合焦動作が実行されると、使用感を損なう恐れがある。また、モーションセンサの出力が所定量未満となる動きでは合焦動作が実行されないため、非合焦となっても合焦動作が実行されない可能性がある。例えば、モーションセンサの出力が所定量未満となる動きが同一方向に継続して発生した場合、その結果として撮影範囲が大きく移動している（又は被写界深度から外れた）にも関わらず、合焦動作が実行されない。

【0016】

以上のように、従来のAF制御手法では、内視鏡手技下で想定される様々なシーンにおいて、不要な合焦動作が実行されるという課題や、必要な合焦動作が実行されないという課題がある。

【0017】

図2に、上記のような課題を解決できる本実施形態の内視鏡装置の構成例を示す。内視鏡装置は、撮像部200と、撮像部200と被写体の間の動きを表す動き情報を取得する動き情報取得部340と、動き情報の信頼性である動き情報信頼性を判定する動き情報判定部350と、撮像部200を被写体に合焦させる合焦動作（AF動作）を実行するか否かを、動き情報と動き情報信頼性に基づいて判定するフォーカス制御部360と、を含む。

【0018】

このように、動き情報と動き情報信頼性に基づいて合焦動作を実行するか否かを判定することで、内視鏡手技下で想定される様々なシーンにおいて適切なフォーカス制御を行うことが可能になる。

【0019】

即ち、内視鏡装置の被写体としては例えば生体と処置具を想定できるが、合焦動作が必要となるのは、生体の撮影範囲が移動した場合や、或いは生体や処置具が被写界深度から外れた場合等である。逆に、これらの状況でないときに合焦動作が実行されると一時的にフォーカスが変化して視認性が低下する。例えば、処置を行っている間は撮影範囲を動かさずに処置具を操作しているが、このときにフォーカスが変化すると処置に支障をきたす。本実施形態によれば、動き情報の信頼性を用いることによって、処置具だけが動いている場合やノイズによる動き情報の誤検出等、合焦動作が不要なときには合焦動作が実行されない。

【0020】

例えば後述する第2実施形態では、画像の明るさ、局所動きベクトルのマッチングの信

10

20

30

40

50

頼性、画像内での局所動きベクトルのばらつきのうち、少なくとも1つに基づいて、動き情報の信頼性を判定する。

【0021】

画像のブロックマッチングで動きベクトルを検出する場合、その動き情報の信頼性を判断する要素として、画像そのものの品質、ブロックマッチングでマッチングした箇所が同一被写体であるか（一致度）、検出された動きベクトルが何の動きを表すものであるか、といった要素がある。画像の明るさによる判定は、例えば白飛びや黒つぶれ等、動きベクトルを正確に検出できない低品質な画像を判定することに相当している。ブロックマッチングの信頼性は、例えばブロックマッチングで同一箇所と判断した領域間の類似性から、その領域間の一致度を判定する。類似性が低ければブロックマッチングの信頼性が低いことになる。局所動きベクトルのばらつきは、例えば処置具の動きは背景の生体とは異なる動きをしており、そのような生体（背景）の一般的な動きとは異なるランダムな動きを信頼性が低い動きと判断することに相当する。このような信頼性の判定を行うことで、画像の品質やノイズ、動きベクトルを検出できない状況（例えば速い動きでマッチング領域外に移動している場合）に影響されずに、或いは、処置具やノイズ等で生体の一般的な動きとは異なる動きベクトルに影響されずに、合焦動作が必要なシーンを判断できる。即ち、生体の撮影範囲が移動した場合や、或いは生体や処置具が被写界深度から外れた場合等、合焦動作が必要なときに合焦動作を実行できる。

10

【0022】

ここで、動き情報とは、撮像部200と被写体の間の相対的な位置の変化（例えばカメラの光軸方向を変えない移動）や相対的な向きの変化（例えばカメラの光軸方向が変わる回転（パン、チルト））に応じて変化する情報である。例えば、画像から動きベクトルを検出する場合、撮像部200の移動や回転に応じて動きベクトルの大きさや向きが変化する。或いは、モーションセンサを用いた場合、撮像部200の移動や回転に応じた加速度、角加速度、角速度等が得られる。動き情報は、動きの大きさと向きを表す情報量であり、或いは動きの大きさと向きの一方を表す情報であってもよい。本実施形態では、動き情報は動きの大きさと向きを含むことが望ましい。動き情報が動きの大きさと向きを含むことで、後述するように一定方向への動きを累積することが可能となり、撮像部200と被写体の間の相対的な移動（即ち、撮影範囲の移動や被写界深度外への移動）を検出できる。

20

30

【0023】

また本実施形態では、フォーカス制御部360は、撮像部200と被写体の間の大局的な動きを表すグローバル動き情報を動き情報と動き情報信頼性に基づいて求め、グローバル動き情報の信頼性であるグローバル動き情報信頼性を動き情報信頼性に基づいて判定し、グローバル動き情報又はグローバル動き情報信頼性の少なくとも一方に基づいて、合焦動作を実行するか否かを判定する。

【0024】

グローバル動き情報とは、例えば生体の局所的な動き（例えば血管や消化管等の拍動等）や処置具の動きよりも、広い領域での動きを表す情報である。即ち、画像内で全体として見たときの撮像部と生体との間の相対的な動きを表す情報である。例えば、画像のブロックマッチングにより局所動きベクトルを求める場合、そのブロックマッチングに用いるブロックのサイズよりも広い領域での動きが、大局的な動きに相当する。例えば、画像内において信頼性が高い局所動きベクトルの平均値をグローバル動き情報として求める。

40

【0025】

このように、撮像部200と被写体の間の大局的な動きを表すグローバル動き情報に基づいて、合焦動作を実行するか否かを判定することで、局所的な動きの影響を低減でき、生体の大局的な動きがあった場合に合焦動作を行うことができる。

【0026】

また、グローバル動き情報の信頼性を求めることで、信頼性の高いグローバル動き情報に基づいて合焦動作を実行するか否かを判定することができる。例えば、画像内の局所動

50

きベクトルのうち、信頼性が高い局所動きベクトルの数に基づいて、グローバル動き情報の信頼性を判断する。例えば信頼性が高い局所動きベクトルの数が少ない場合、ノイズや局所的な動きが多い画像と考えられるため、グローバル動き情報が大局的な動きを正確に表すものであるか信頼できなくなる。このような信頼性の低いと考えられるグローバル動き情報を除くことで、生体の大局的な動きに基づいて合焦動作の必要性を判断できる。

【0027】

また本実施形態では、フォーカス制御部360は、グローバル動き情報を複数のフレームで累積処理した累積グローバル動き情報を求め、累積グローバル動き情報又はグローバル動き情報信頼性の少なくとも一方に基づいて、合焦動作を実行するか否かを判定する。

【0028】

このように累積グローバル動き情報を用いることで内視鏡手技下で想定される様々なシーンにおいて必要性に応じた適切なフォーカス制御を行うことができる。即ち、生体の撮影範囲が大きく移動した場合や、或いは生体や処置具が被写界深度から外れた場合等には、累積グローバル動き情報が大きくなるため、それによって合焦動作が必要であると判断できる。

【0029】

例えば、同一方向の小さな移動が継続した場合、動き量そのものの閾値判定ではシーン変化を検出することは難しいが、本実施形態では動き量を累積することで大きな動き量として検出し（即ち撮影範囲の移動やピンぼけを検出し）、合焦動作を実行できる。また、瞬間的な大きな動きがあった場合であっても、それ以外の動きが小さければ累積動き量としては小さくなるため（即ち撮影範囲の移動やピンぼけが起きていないと判断できるため）、ユーザが意図しない合焦動作を抑制できる。また、動き量を累積することでランダムな動きが平均化されることが期待できる。例えば、処置具の動きは一定方向の動きが継続するよりもランダムな動きが多いと想定される。そのため、処置具の動き量は累積により小さくなり、生体の撮影範囲に一定方向の動き（撮像部と生体の相対的な一定方向の動き）がある場合には生体の累積動き量が大きくなる。

【0030】

ここで、複数のフレームとは、グローバル動き情報を累積したフレーム数であり、累積フレーム数は固定に限らず変化する数であってもよい。例えば、ある基準フレーム以後のグローバル動き情報を累積してもよい。この場合、基準フレームから3フレーム目では累積フレーム数は3、10フレーム目では累積フレーム数は10となる。或いは、累積フレーム数を所定数として現在フレームから所定数前のフレームまでのグローバル動き情報を累積してもよい。この場合、現在フレームが変わっても累積フレーム数＝所定数である。

【0031】

累積処理とは、時系列的に求められたグローバル動き情報を順次に加算（又は積分）していく処理である。なお、単純な加算に限らず、例えば何らかの係数によって重み付けして加算する、或いはグローバル動き情報に対して何らかの補正を行って加算する等の、種々の演算を含んでもよい。

【0032】

また、フォーカス制御とは、フォーカスを調整する合焦動作、フォーカスを動かさない待機状態、それらの間の遷移制御等を含み、撮像部のフォーカスを制御する処理の全体を指す。合焦動作とは、被写体に対してフォーカスを合わせる一連の動作であり、例えばコントラスト法（山登り法）や、ウォブリングにより合焦方向を判定する手法等を用いることができる。

【0033】

2. 第2実施形態

2. 1. 内視鏡装置

図3に、第2実施形態の内視鏡装置（内視鏡システム）の構成例を示す。内視鏡装置は、体内への挿入部である硬性鏡100と、硬性鏡100に接続される撮像部200と、処理部300と、表示部400と、外部I/F部500と、光源部600と、を含む。

10

20

30

40

50

【0034】

硬性鏡100を用いた内視鏡装置は、例えば腹腔鏡手術等の外科手術に用いられる内視鏡装置である。即ち、生体の腹部等に小孔を空けて、その小孔から硬性鏡100を挿入し、同一の小孔又は別の小孔から処置具を挿入し、硬性鏡100の視野において処置具による外科的処置を行う。処置具としては、例えばメスや鉗子、縫合用の針・糸、洗浄用の注水・吸水器具等の種々の器具が想定される。なお、本実施形態のフォーカス制御の手法は、硬性鏡100を用いた内視鏡装置への適用に限定されるものではなく、軟性鏡を用いた内視鏡装置への適用も可能である。

【0035】

光源部600は、白色光を発生する白色光源610と、白色光源610からの出射光を硬性鏡100に導光するライトガイドケーブル620と、を含む。硬性鏡100は、結像レンズ、リレーレンズ、接眼レンズ等を含んで構成されるレンズ系110と、ライトガイドケーブル620からの出射光を硬性鏡100の先端まで導光するライトガイド部120と、を含む。撮像部200は、レンズ系110からの光（被写体からの反射光）を結像する対物レンズ系230を備える。対物レンズ系230は、合焦物体位置を調整するフォーカスレンズ210を含んで構成されている。また撮像部200は、対物レンズ系230により結像された反射光を光電変換して画像を生成する撮像素子240と、フォーカスレンズ210を駆動するフォーカスレンズ駆動部220を含む。フォーカスレンズ駆動部220は、例えばボイスコイルモーター（VCM）である。

【0036】

なお、合焦物体位置とは、撮像部200のフォーカスが合っている物体（被写体）の位置である。具体的には、対物レンズ系230において像面（又は像側焦点）に対応して合焦物体面（又は物体側焦点）が決まるが、その像面が撮像素子240の撮像面に一致する場合の合焦物体面の位置が合焦物体位置である。合焦物体位置は、撮像部200と合焦物体面との間の相対的な位置であり、例えば撮像部200の基準点（例えば対物レンズ系230の先端や、硬性鏡100の先端等）から合焦物体面（光学系の物体側においてフォーカスが合っている面）までの距離で表される。合焦物体位置は、例えばフォーカスレンズ210の制御情報（位置）と対物レンズ系230の光学特性（設計値）から知ることができる。

【0037】

撮像素子240は、複数の画素が2次元配列状に配置された構造で、各画素にはRGBのいずれかのカラーフィルタがベイア配列で配置されている。撮像素子240は、ベイア配列からなるカラーフィルタを有する撮像素子以外にも、例えば補色カラーフィルタを用いた撮像素子や、カラーフィルタを用いずに1つの画素で異なる波長の光を受光可能な積層型の撮像素子、カラーフィルタを用いないモノクロ撮像素子など、被写体を撮像して画像を得られるものであれば、任意の撮像素子を使用できる。

【0038】

処理部300は、AD変換部310と、前処理部320と、画像処理部330と、動き情報取得部340と、動き情報判定部350と、フォーカス制御部360（AF制御部）と、制御部370と、を含む。AD変換部310は、撮像素子240から順次出力されるアナログ信号をデジタルの画像に変換して、前処理部320に順次出力する。前処理部320は、AD変換部310から出力された画像に対して、ホワイトバランス処理、補間処理（デモザイキング処理、ベイア画像からRGB画像を生成する処理）等の画像処理を施し、その画像を画像処理部330、動き情報取得部340、動き情報判定部350、フォーカス制御部360に順次出力する。画像処理部330は、前処理部320から出力された画像に対して色変換処理、階調変換処理、エッジ強調処理、拡大縮小処理、ノイズリダクション処理等の画像処理を施し、その画像を表示部400に順次出力する。動き情報取得部340は、前処理部320から出力された画像に基づいてフレーム間の動き情報を取得し、その動き情報を動き情報判定部350、フォーカス制御部360に出力する。動き情報取得部340の詳細については後述する。動き情報判定部350は、動き情報取得部34

0から出力された動き情報に基づいて動き情報の信頼性（以下、動き情報信頼性と呼ぶ）を判定し、その判定結果をフォーカス制御部360に出力する。動き情報判定部350の詳細については後述する。フォーカス制御部360は、動き情報取得部340から出力された動き情報および、動き情報判定部350から出力された動き情報信頼性に基づいて合焦動作の開始や終了を制御し、合焦動作においては被写体に合焦するようフォーカスレンズ駆動部220を駆動させる。フォーカス制御部360の詳細については後述する。表示部400は例えば液晶モニタであり、画像処理部330から順次出力される画像を表示する。

【0039】

制御部370は、外部I/F部500や画像処理部330、フォーカス制御部360、撮像素子240などと相互に接続されており、制御信号の入出力を行う。外部I/F部500は、内視鏡装置に対するユーザからの入力等を行うためのインターフェースであり、例えばAF領域の位置やサイズを設定するための設定ボタン、画像処理のパラメータを調整するための調整ボタンなどを含んで構成されている。

【0040】

2. 2. 動き情報取得部

動き情報取得部340の詳細について説明する。動き情報取得部340は、前処理部320から出力される画像に基づいて、被写体上の局所的な動きを動きベクトルとして算出する。ここで説明の便宜上、動き情報取得部340は前処理部320から出力される画像のG信号のみを処理対象とするが、RGB信号から算出した輝度信号を処理対象とする、などの変形は適宜行っても構わない。

【0041】

図4に、動き情報取得部340の詳細な構成例を示す。動き情報取得部340は、フレームメモリ341と、動きベクトル算出部342と、を含む。

【0042】

フレームメモリ341は、前処理部320から出力される画像を一時的に記憶するメモリである。フレームメモリ341は、前処理部320から出力される画像をフレーム遅延し、動きベクトル算出部342に出力する。動きベクトル算出部342は、前処理部320から出力される画像（現在フレームの画像）と、フレームメモリ341から出力されるフレーム遅延した画像（過去フレームの画像）との間の動きベクトルを算出する。動きベクトルの基準は現在フレームの画像である。具体的には、図5に示すように、画像IMの中の複数のポイントにおいて局所的な動きベクトルVEを求める。動きベクトルの算出は、例えば公知技術であるブロックマッチング法や、勾配法で行う。なお、図5では画像IM上に等間隔で設定した点での動きベクトルVEを算出しているが、動きベクトルの算出手法はこれに限定されない。例えば、画像の全画素で動きベクトルを算出する等の変形は適宜行っても構わない。

【0043】

2. 3. 動き情報判定部

動き情報判定部350の詳細について説明する。動き情報判定部350は、前処理部320から出力される画像および、動き情報取得部340から出力される動き情報に基づいて、動き情報信頼性を判定する。動き情報信頼性は、動き情報をフォーカス制御に利用可能かを表す。

【0044】

図6に、動き情報判定部350の詳細な構成例を示す。動き情報判定部350は、ばらつき判定部351と、明るさ判定部352と、フレームメモリ353と、一致度判定部354と、を含む。

【0045】

ばらつき判定部351は、動き情報取得部340から出力される動きベクトルに基づいて、各動きベクトルに対して信頼性が“有り”か“無し”かを判定し、その判定結果をフォーカス制御部360に出力する。ばらつき判定部351の詳細については後述する。明

るさ判定部 352 は、前処理部 320 から出力される画像に基づいて、各動きベクトルに対して信頼性が“有り”か“無し”かを判定し、その判定結果をフォーカス制御部 360 に出力する。明るさ判定部 352 の詳細については後述する。フレームメモリ 353 は、前処理部 320 から出力される画像をフレーム遅延し、一致度判定部 354 に出力する。一致度判定部 354 は、前処理部 320 から出力される画像（現在フレームの画像）、フレームメモリ 353 から出力されるフレーム遅延した画像（過去フレームの画像）および、動き情報取得部 340 から出力される動きベクトルに基づいて、各動きベクトルに対して信頼性が“有り”か“無し”かを判定し、その判定結果をフォーカス制御部 360 に出力する。

【0046】

ばらつき判定部 351 の詳細について説明する。ばらつき判定部 351 は、動き情報取得部 340 から出力される動きベクトルの空間的な類似性に基づいて、動き情報信頼性を判定する。動きベクトルが空間的に類似していれば、動きベクトルがノイズ成分ではなく信号成分により算出されているため、信頼性“有り”と判定する。判定した動き情報信頼性は、フォーカス制御部 360 に出力する。

【0047】

図 7 に、ばらつき判定部 351 が実行する処理のフローチャートを示す。ばらつき判定処理では、まず画像内の複数の局所的な動きベクトルの中から 1 つの動きベクトル（以下、注目動きベクトル）を選択する（S1）。次に、選択した注目動きベクトルに対して類似ベクトル数カウント処理を行う（S2、詳細は後述）。次に、類似ベクトル数と所定の閾値を比較する（S3）。類似ベクトル数が閾値より大きい場合、その注目動きベクトルは周囲の動きベクトルと空間的な類似性があるため、その注目動きベクトルは信頼性“有り”と判定する（S4）。一方、類似ベクトル数が閾値以下である場合、その注目動きベクトルは信頼性“無し”と判定する（S5）。次に、以上の判定を画像内の全ての動きベクトルに対して実行したか否かを判定する（S6）。実行済みの場合は、ばらつき判定処理を終了する。未判定の動きベクトルが残っている場合には、ステップ S1 に戻り、未判定の動きベクトルの中から 1 つの動きベクトルを選択する。

【0048】

図 8 に、類似ベクトル数カウント処理（S2）のフローチャートを示す。まず、類似ベクトル数を 0 に初期化する（S21）。次に、注目動きベクトルの周辺の動きベクトルの中から、1 つの動きベクトルを近傍動きベクトルとして選択する（S22）。例えば図 5 において、1 つの動きベクトルに着目した場合、その上下左右に隣接する動きベクトルが、近傍動きベクトルである。ステップ S22 では、そのうちの 1 つを選択する。次に、注目動きベクトルと近傍動きベクトルの差分ベクトルを算出する（S23）。次に、差分ベクトルの大きさを所定の閾値と比較する（S24）。差分ベクトルの大きさが閾値以下である場合、類似ベクトル数をインクリメントする（S25）。差分ベクトルの大きさが閾値より大きい場合、類似ベクトル数はそのままである。次に、類似ベクトルの判定が、全ての近傍動きベクトルに対して実行されたか否かを判定する（S26）。実行済みの場合、類似ベクトル数カウント処理を終了する。未判定の近傍動きベクトルがある場合には、ステップ S22 に戻り、未判定の近傍動きベクトルの中から 1 つの近傍動きベクトルを選択する。

【0049】

明るさ判定部 352 の詳細について説明する。明るさ判定部 352 は、前処理部 320 から出力される画像の局所的な明るさに基づいて、動き情報信頼性を判定する。局所的な明るさが第 1 閾値より大きい（画素値が飽和している、画像が「白飛び」になっている）場合には、信頼性“無し”と判定する。また、局所的な明るさが第 2 閾値以下である（画像が「黒つぶれ」になっている）場合、信頼性“無し”と判定する。局所的な明るさが第 1 閾値以下であり、且つ、第 2 閾値より大きい場合、信頼性“有り”と判定する。判定した動き情報信頼性は、フォーカス制御部 360 に出力する。

【0050】

図 9 に、明るさ判定部 352 が実行する処理のフローチャートを示す。明るさ判定処理では、まず注目動きベクトルを選択する (S41)。次に、現在フレームの画像から、注目動きベクトルの始点を中心に所定範囲の画像を局所領域画像として抽出する (S42)。所定範囲は、例えば注目動きベクトルを求めるブロックマッチングに用いたブロック領域であるが、任意である。次に、抽出した局所領域画像における明るさの平均値を算出する (S43)。例えば、局所領域画像の G 信号値を加算平均して、平均値 MEAN を算出する。次に、算出した平均値 MEAN を第 1 閾値 TH1 及び第 2 閾値 TH2 (TH1 > TH2) と比較する (S44)。第 1 閾値は、白飛び画像に対応する値であり、第 2 閾値は、黒つぶれ画像に対応する値である。下式 (1) の条件を満足する場合、信頼性“有り”と判定する (S45)。下式 (1) の条件を満足しない場合、信頼性“無し”と判定する (S46)。

【数 1】

$$TH1 \geq MEAN > TH2 \quad (1)$$

【0051】

次に、以上の判定を画像内の全ての動きベクトルに対して実行されたか否かを判定する (S47)。実行済みの場合、明るさ判定処理を終了する。未判定の動きベクトルがある場合には、ステップ S41 に戻り、未判定の動きベクトルの中から 1 つの動きベクトルを選択する。

【0052】

一致度判定部 354 の詳細について説明する。一致度判定部 354 は、前処理部 320 から出力される画像 (現在フレーム) と、フレームメモリ 353 から出力されるフレーム遅延した画像 (過去フレーム) との、局所的な相関 (一致度) に基づいて、動き情報信頼性を判定する。一致度が低い場合、2 つの画像の局所的な位置合わせ (動きベクトル検出) が失敗しているため、信頼性“無し”と判定する。一致度が高い場合、信頼性“有り”と判定する。動き情報取得部 340 から出力される動き情報は、局所的な位置合わせの結果なので、その動き情報によって対応付けられる 2 つの画像の局所領域の間の相関に基づいて、局所的な位置合わせが信頼できるか否かを判断する。判定した動き情報信頼性は、フォーカス制御部 360 に出力する。

【0053】

図 10 に、一致度判定部 354 が実行する処理のフローチャートを示す。一致度判定処理では、まず注目動きベクトルを選択する (S61)。次に、現在フレームの画像から、注目動きベクトルの始点を中心に所定範囲の画像を局所領域画像として抽出する (S62)。所定範囲は、例えば注目動きベクトルを求めるブロックマッチングに用いたブロック領域であるが、任意である。次に、過去フレームの画像から、注目動きベクトルの終点を中心に所定範囲の画像を局所領域画像として抽出する (S63)。所定範囲は、ステップ S62 での所定範囲と同じサイズである。次に、抽出した現在フレームの局所領域画像 CURR と過去フレームの局所領域画像 PREV との領域間差分 SUB を下式 (2) のように算出する (S64)。

【数 2】

$$SUB = \sum_{j=0}^{J-1} \sum_{i=0}^{I-1} |CURR(i, j) - PREV(i, j)| \quad (2)$$

【0054】

ここで、I、J は、現在フレームの局所領域画像及び過去フレームの局所領域画像の水平画素数、垂直画素数である。

【0055】

次に、算出した領域間差分と閾値とを比較する (S65)。領域間差分が閾値以下である場合、信頼性“有り”と判定する (S66)。領域間差分が閾値より大きい場合、信頼

10

20

30

40

50

性“無し”と判定する（S 6 7）。次に、以上の判定を画像内の全ての動きベクトルに対して実行されたか否かを判定する（S 6 8）。実行済みの場合、一致度判定処理を終了する。未判定の動きベクトルがある場合には、ステップ S 6 1 に戻り、未判定の動きベクトルの中から 1 つの動きベクトルを選択する。

【0056】

本実施形態では、動き情報判定部 350 は、上記 3 つの判定結果の論理積（信頼性“有り”が真、信頼性“無し”が偽）を動き情報信頼性としてフォーカス制御部 360 に出力する。例えば、信頼性“有り”をビット“1”で表し、信頼性“無し”をビット“0”で表す。この場合、3 つの判定のうち 1 つでも信頼性“無し”であれば論理積は“0”となり、信頼性“無し”の判定結果がフォーカス制御部 360 に出力される。上述したように、画像内の複数のポイントで局所的な動きベクトルが求められており（例えば図 5）、その各動きベクトルに対して信頼性の“有り”／“無し”が判定される。即ち、動き情報信頼性は、各動きベクトルに対して信頼性の“有り”／“無し”の判定結果が対応付けられた情報である。

【0057】

なお、以上では 3 つの判定結果の論理積を動き情報信頼性とする場合を例に説明したが、これに限定されない。例えば、1 つの判定結果を動き情報信頼性としてもよいし、或いは、いずれか 2 つの判定結果の論理積を動き情報信頼性としてもよいし、或いは、他の判定を行って、その判定結果を組み合わせてもよい。

【0058】

以上のように、動き情報取得部 340 は、撮像部 200 により被写体が撮像された撮像画像に基づいて、複数の局所動き量（例えば動きベクトル V E）を動き情報として求める。動き情報判定部 350 は、複数の局所動き量の各局所動き量について動き情報信頼性（例えば信頼性“有り”か“無し”か）を判定する。

【0059】

このように動き情報の信頼性を判定することによって、処置具だけが動いている場合やノイズによる動き情報の誤検出等を、信頼性が低い動き情報として判定することが可能になる。即ち、そのような信頼性が低い動き情報の影響を低減して、生体の撮影範囲が移動した場合や生体や処置具が被写界深度から外れた場合等の A F が必要なシーン変化において合焦動作を実行できる。

【0060】

また本実施形態では、動き情報判定部 350 は、各局所動き量と周囲の局所動き量との相関に基づいて動き情報信頼性を判定する。

【0061】

各局所動き量と周囲の局所動き量との相関とは、局所動き量の大きさや方向の相関（類似性）である。即ち、大きさが近い、或いは方向が近いものが相関が高いということである。例えば本実施形態では、動きベクトルと、その周囲の動きベクトルとの差分ベクトルの大きさが、閾値以下である場合に、相関が高い（即ち信頼性“有り”）と判断している。

【0062】

周囲の局所動き量との相関が高いということは、その位置の被写体は周囲と同じような大きさと方向の動きをしているということであり、処置具等のランダムな動きやノイズ等ではないと判断できる。このような生体（背景）の動きを表すと考えられる局所動き量を信頼性が高いと判断することで、A F が必要なシーン変化を正しく検出できる。

【0063】

また本実施形態では、動き情報判定部 350 は、各局所動き量に対応する領域での撮像画像の明るさ（例えば輝度の平均値、或いは G 画素値の平均値）に基づいて動き情報信頼性を判定する。

【0064】

各局所動き量に対応する領域での撮像画像の明るさとは、局所動き量が表す動きが発生

10

20

30

40

50

している領域の画像の明るさ、或いは、局所動き量を求める処理で処理対象となった領域（例えばブロックマッチングのブロック領域）の画像の明るさである。

【0065】

本実施形態では、各局所動き量に対応する領域での撮像画像の明るさと閾値を比較することで、信頼性を判定する。これにより、動き量を正確に検出できないと予想される領域の局所動き量を信頼性が低いと判断できる。例えば白飛びや黒つぶれを閾値判定することで、エッジ成分がつぶれてマッチングが難しい領域の動きベクトルを信頼性が低いと判断できる。

【0066】

また本実施形態では、各局所動き量は、動きベクトルである。動き情報判定部350は、動きベクトルの始点に対応する1画素以上の画素値と、動きベクトルの終点に対応する1画素以上の画素値との相関に基づいて動き情報信頼性を判定する。

【0067】

例えば本実施形態では、現在フレームの画像において動きベクトルの始点に対応するブロック領域と、過去フレームの画像において動きベクトルの終点に対応するブロック領域との相関に基づいて、信頼性を判定する。これらのブロック領域は、ブロックマッチングにおいて一致する（被写体の同一領域である）と判断された領域である。但し、これに限定されず、領域の大きさは1画素を含めて任意である。画素値の相関とは、その画素値の間の類似度を表すものであり、例えば種々の相関係数（例えばSAD、SSD等）を用いることができる。

【0068】

このように、動きベクトルの始点、終点に対応する1画素以上の画素値の間の相関を用いることで、マッチング処理の信頼性を判断できる。即ち、マッチング処理では探索範囲内で類似度が最も高い位置を探しているだけであり、その位置が同一被写体を写しているとは限らない（たまたま似た領域かもしれない）。本実施形態では、このようなマッチング処理の信頼性が低い場合の動きベクトルを信頼性が低いものと判断できる。

【0069】

2. 4. フォーカス制御部

フォーカス制御部360の詳細について説明する。フォーカス制御部360は、動き情報取得部340から出力される動き情報および、動き情報判定部350から出力される動き情報信頼性に基づいて、合焦動作を実行する（待機状態から合焦動作に移行する）か否かを制御する。合焦動作の詳細は後述する。

【0070】

図11に、フォーカス制御部360の詳細な構成例を示す。フォーカス制御部360は、グローバル動き情報取得部361と、グローバル動き情報判定部362と、合焦動作制御部363と、合焦動作実行部364と、を含む。

【0071】

グローバル動き情報取得部361は、動き情報取得部340から出力される動き情報および、動き情報判定部350から出力される動き情報信頼性に基づいて、グローバル動き情報を取得する。グローバル動き情報は、画像の全体における被写体の動きを表す（局所領域での動きを表す動きベクトルよりも、大局的な領域での動きを表す）情報である。取得したグローバル動き情報は、グローバル動き情報判定部362および、合焦動作制御部363に出力する。グローバル動き情報取得部361の詳細は後述する。

【0072】

グローバル動き情報判定部362は、動き情報判定部350から出力される動き情報信頼性および、グローバル動き情報取得部361から出力されるグローバル動き情報に基づいて、グローバル動き情報が利用可能か否かを示すグローバル動き情報信頼性を判定する。判定したグローバル動き情報信頼性は、合焦動作制御部363に出力する。グローバル動き情報判定部362の詳細は後述する。

【0073】

合焦動作制御部 363 は、グローバル動き情報取得部 361 から出力されるグローバル動き情報および、グローバル動き情報判定部 362 から出力されるグローバル動き情報信頼性に基づいて、合焦制御信号を生成する。合焦制御信号は、合焦動作を実行するか否かを制御する信号であり、“ON（例えばハイレベル）”が“合焦動作を実行する（待機状態から合焦動作に移行する）”を表し、“OFF（例えばローレベル）”が“合焦動作を実行しない（待機状態に留まる）”を表す。生成した合焦制御信号は、合焦動作実行部 364 に出力する。合焦動作制御部 363 の詳細は後述する。

【0074】

合焦動作実行部 364 は、合焦動作制御部 363 から出力される合焦制御信号が“ON”である場合、前処理部 320 から出力される画像に基づいて合焦動作を実行する。合焦動作実行部 364 は、フォーカスレンズ駆動部 220 に接続されており、これを制御して合焦動作を実行する。合焦動作が完了した後（AFにより被写体に合焦したと判断された後）は、合焦制御信号を“OFF”にする。合焦動作実行部 364 の詳細は後述する。

【0075】

2. 5. グローバル動き情報取得部

グローバル動き情報取得部 361 の詳細について説明する。グローバル動き情報には、画面に対して平行な成分（水平成分および垂直成分があり、以下では、併せて画面平行動き量と呼ぶ）および、画面に対して垂直な成分（以下では、画面垂直動き量と呼ぶ）がある。

【0076】

ここで、画面平行動き量とは、撮像素子 240 のセンサ面に平行な方向における動きを表す動き量（即ち、対物レンズ系 230 の光軸に垂直な方向における動きを表す動き量）である。このような動きは、スコープの回転（光軸に平行でない方向を軸とする回転）、又は、スコープの平行移動（光軸に平行でない方向への平行移動）によって発生する。即ち、画面平行動き量は、スコープの移動によって被写体の撮影領域が移動することに伴う動き量である。

【0077】

また、画面垂直動き量とは、撮像素子 240 のセンサ面に垂直な方向における動きを表す動き量（即ち、対物レンズ系 230 の光軸に平行な方向における動きを表す動き量）である。このような動きは、スコープの平行移動（光軸に平行な方向への平行移動）によって発生する。即ち、画面平行動き量は、スコープの移動によって被写体の撮影領域が拡大又は縮小することに伴う動き量である。なお、通常は画面平行動き量と画面垂直動き量が混在する。

【0078】

図 12 に、グローバル動き情報取得部 361 の詳細な構成例を示す。グローバル動き情報取得部 361 は、画面平行動き量算出部 710 と、画面垂直動き量算出部 720 と、を含む。

【0079】

画面平行動き量算出部 710 は、動き情報取得部 340 から出力される動き情報および、動き情報判定部 350 から出力される動き情報信頼性に基づいて、画面平行動き量を算出する。算出した画面平行動き量は、合焦動作制御部 363 に出力する。画面垂直動き量算出部 720 は、動き情報取得部 340 から出力される動き情報および、動き情報判定部 350 から出力される動き情報信頼性に基づいて、画面垂直動き量を算出する。算出した画面垂直動き量は、合焦動作制御部 363 に出力する。

【0080】

画面平行動き量算出部 710 は、動き情報取得部 340 から出力される動き情報の内、動き情報判定部 350 から出力される動き情報信頼性が信頼性“有り”であるものに基づいて画面平行動き量を算出する。

【0081】

図 13 に、画面平行動き量算出部 710 が実行する処理のフローチャートを示す。画面

10

20

30

40

50

平行動き量算出部 710 は、まず画面平行動き量の総和を 0 ベクトルに初期化する (S81)。次に、有効ベクトル数を 0 に初期化する (S82)。次に、注目動きベクトルを選択する (S83)。次に、選択した注目動きベクトルの動き情報信頼性が、信頼性“有り”であるか信頼性“無し”であるかを判定する (S84)。信頼性“有り”の場合、注目動きベクトルを画面平行動き量の総和に加算し (S85)、有効動きベクトル数をインクリメントする (S86)。一方、信頼性“無し”の場合、ステップ S85 及びステップ S86 を実行しない。次に、以上の処理を画像内の全ての動きベクトルに対して実行されたか否かを判定する (S87)。実行済みの場合、画面平行動き量の総和を有効動きベクトル数で除算して、画面平行動き量を算出し (S88)、処理を終了する。未判定の動きベクトルがある場合には、ステップ S83 に戻り、未処理の動きベクトルの中から 1 つの動きベクトルを選択する。

【0082】

画面垂直動き量算出部 720 は、動き情報取得部 340 から出力される動き情報の内、動き情報判定部 350 から出力される動き情報信頼性が信頼性“有り”であるものに基づいて画面垂直動き量を算出する。カメラを被写体に近づけると、画像上では被写体が拡大されることになる。反対にカメラを被写体から遠ざけると、画像上では被写体が縮小されることになる。これらの動きを、動きベクトルの始点で構成される領域 (現フレームの被写体に対応、以下、現被写体領域と呼ぶ) と、動きベクトルの終点で構成される領域 (過去フレームの被写体に対応、以下、過去被写体領域と呼ぶ) との、面積変化から算出する。現被写体領域および過去被写体領域は、多角形であり、その頂点は動きベクトル始点の一部もしくは動きベクトル終点の一部とする。

【0083】

図 14 に、画面垂直動き量算出部 720 が実行する処理のフローチャートを示す。また、図 15 に、その処理の説明図を示す。ハッチングされた矢印は信頼性“有り”と判定された動きベクトル VE を表し、白抜きの矢印は信頼性“無し”と判定された動きベクトル VE を表す。

【0084】

画面垂直動き量算出部 720 は、まず、現被写体領域 AC の頂点を構成する端点座標を決定する (S101)。端点座標は、画像 IM において信頼性“有り”と判定された動きベクトル VE の始点の座標である。端点座標決定処理 S101 の詳細は後述する。次に、端点座標に対して時計回りになるように、その順序を決定する (S102)。図 15 では、動きベクトル VE の始点付近に示す数字が順序を表している。座標順序決定処理 S102 の詳細は後述する。端点座標 (動きベクトルの始点) と、これに対応する動きベクトルの終点及び順序に基づいて、現被写体領域 AC の面積と過去被写体領域 AP の面積との比 (現被写体領域 AC の面積 / 過去被写体領域 AP の面積) を算出する (S103)。面積比算出処理 S103 の詳細は後述する。次に、面積比の対数を算出し、画面垂直動き量とする (S104)。カメラを被写体に近づける場合、現被写体領域 AC の面積 > 過去被写体領域 AP の面積となるため、面積比 > 1 となり、画面垂直動き量は正の値となる。一方、図 15 の例のように、カメラを被写体から遠ざける場合、現被写体領域 AC の面積 < 過去被写体領域 AP の面積となるため、面積比 < 1 となり、画面垂直動き量は負の値となる。

【0085】

端点座標決定処理 S101 の詳細を説明する。この処理では、動きベクトル VE の内、動き情報判定部 350 から出力される動き情報信頼性が信頼性“有り”である動きベクトル VE の始点の座標から、現被写体領域 AC の頂点を構成する複数の点の座標を決定する。

【0086】

図 16 に、端点座標決定処理 S101 のフローチャートを示す。まず、上端、下端、左端、右端の端点座標を初期化する (S121)。初期化座標は、上端点座標は画像の最下端座標、下端点座標は画像の最上端座標、左点端座標は画像の最右端座標、右点端座標は

画像の最左端座標、である。次に、注目動きベクトルを選択する（S 1 2 2）。次に、注目動きベクトルの信頼性を判定する（S 1 2 3）。信頼性“有り”の場合、注目動きベクトルの始点座標が端点座標か否かを判定する（S 1 2 4）。例えば、変数として保持される上端点座標の現在の値よりも、始点座標が上であるか否かを判定する。始点座標が上端点座標よりも上である場合、その始点座標は上端点座標であると判定し、上端点座標を更新する（S 1 2 5）。このような判定と更新を下端点座標、左端点座標、右端点座標についても行う。一方、ステップ S 1 2 4 において信頼性“無し”と判定された場合、ステップ S 1 2 4 及びステップ S 1 2 5 を行わない。次に、以上の処理を画像内の全ての動きベクトルに対して実行されたか否かを判定する（S 1 2 6）。実行済みの場合、処理を終了する。未処理の動きベクトルがある場合には、ステップ S 1 2 2 に戻り、未処理の動きベクトルの中から 1 つの動きベクトルを選択する。

10

【0087】

座標順序決定処理 S 1 0 2 の詳細を説明する。この処理では、端点座標決定処理 S 1 0 1 で決定した上下左右の端点座標に基づいて、現被写体領域 A C の頂点の順番を決定する。

【0088】

図 1 7 に、座標順序決定処理 S 1 0 2 のフローチャートを示す。まず、信頼性“有り”と判定された動きベクトル V E の始点のうち、上端点と上下方向（例えば、垂直走査方向）の座標が同じ始点を選択する。選択された始点が複数ある場合には、それらを頂点として決定し、左から右に順番を付ける。選択された始点が 1 点である場合、その点を頂点として決定し、番号を付ける（S 1 4 1）。次に、信頼性“有り”と判定された動きベクトル V E の始点のうち、右端点と左右方向（例えば水平走査方向）の座標が同じ始点を選択する。選択された始点が複数ある場合には、それらを頂点として決定し、上から下に順番を付ける。選択された始点が 1 点である場合、その点を頂点として決定し、番号を付ける（S 1 4 2）。順番はステップ S 1 4 1 で決定した順番に続くものとする。次に、信頼性“有り”と判定された動きベクトル V E の始点のうち、下端点と上下方向の座標が同じ始点を選択する。選択された始点が複数ある場合には、それらを頂点として決定し、右から左に順番を付ける。選択された始点が 1 点である場合、その点を頂点として決定し、番号を付ける（S 1 4 3）。順番はステップ S 1 4 2 で決定した順番に続くものとする。次に、信頼性“有り”と判定された動きベクトル V E の始点のうち、左端点と左右方向の座標が同じ始点を選択する。選択された始点が複数ある場合には、それらを頂点として決定し、下から上に順番を付ける。選択された始点が 1 点である場合、その点を頂点として決定し、番号を付ける（S 1 4 4）。順番はステップ S 1 4 3 で決定した順番に続くものとする。

20

30

【0089】

面積比算出処理 S 1 0 3 の詳細を説明する。この処理では、座標順序決定処理 S 1 0 2 で決定した順序に基づいて、端点座標決定処理 S 1 0 1 で決定した動きベクトルの始点で構成される多角形（現被写体領域 A C）と、その始点に対応する動きベクトルの終点で構成される多角形（過去被写体領域 A P）との面積比 S _ r a t e を算出する。具体的には、下式（3）～（5）により算出する。

40

【数 3】

$$S_rate = \frac{S_curr}{S_prev} \quad (3)$$

【数 4】

$$S_curr = \frac{1}{2} \left| \sum_{i=0}^N (x_curr_i - x_curr_{i+1}) \times (y_curr_i + y_curr_{i+1}) \right| \quad (4)$$

【数 5】

$$S_prev = \frac{1}{2} \left| \sum_{i=0}^N (x_prev_i - x_prev_{i+1}) \times (y_prev_i + y_prev_{i+1}) \right| \quad (5)$$

【0090】

ここで、 S_curr は現被写体領域 AC の面積である。 S_prev は過去被写体領域 AP の面積である。 (x_curr_i, y_curr_i) は、端点座標決定処理 S101 で決定した、現被写体領域 AC の頂点座標（動きベクトルの始点）である。添字の i は座標順序決定処理 S102 で決定した座標の順序を意味する。 i は $0 \leq i \leq N$ の整数であるが、現被写体領域 AC は多角形なので $i = 0$ と $i = N$ は同じ頂点を意味することに注意されたい。 (x_prev_i, y_prev_i) は、過去被写体領域 AP の頂点座標（動きベクトルの終点）である。順序は現被写体領域 AC と同様であり、 (x_curr_i, y_curr_i) と (x_prev_i, y_prev_i) は、1 つの動きベクトルの始点と終点に対応する。

【0091】

以上のように、信頼性“有り”と判定された動きベクトルに基づいてグローバル動き情報（画面平行動き量、画面垂直動き量）を取得することで、ノイズや局所的な動きに対してロバストに（即ち、ノイズや局所的な動きの影響を抑制しつつ）画面全体の動きを取得することができる。被写体の局所的な動きとしては、例えば医療用内視鏡の場合、拍動や、処置具の動き等が想定される。

【0092】

なお、画面垂直動き量算出部 720 は、以下のような変形例の処理で画面垂直動き量を求めてもよい。

【0093】

即ち、画面垂直動き量算出部 720 は、信頼性“有り”と判定された動きベクトルの、始点座標と終点座標との座標変換パラメータから画面垂直動き量を算出する（下式（6））。ここでは、座標変換としてヘルマート変換を利用する。ヘルマート変換により、ある座標が別の座標に座標変換される。

【数 6】

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & -b & c \\ b & a & d \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \quad (6)$$

【0094】

ここで、 (x, y) は変換前の座標である。 (X, Y) は変換後の座標である。 a, b, c, d はヘルマート変換係数である。信頼性“有り”と判定された動きベクトルの全てについて、終点座標を変換前の座標 (x, y) とし、始点座標を変換後の座標 (X, Y) とした場合に、それらのヘルマート変換による誤差が最小となるヘルマート変換係数を公知の最小二乗法で算出する。算出したヘルマート変換係数 a, b は、座標の倍率変化、座標の回転に関する係数である。この倍率変化 D_change は下式（7）のように算出できる。

【数 7】

$$D_change = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (7)$$

【0095】

倍率変化 D_change は、上式（3）で説明した面積比 S_rate と対応しており、同様に倍率変化 D_change の対数を画面垂直動き量とする。カメラを被写体に

近づける場合、倍率変化 ≥ 1.0 であるため、画面垂直動き量は正の値となる。反対にカメラを被写体から遠ざける場合、倍率変化 < 1.0 であるため、画面垂直動き量は負の値となる。

【0096】

2. 6. グローバル動き情報判定部

グローバル動き情報判定部362の詳細について説明する。図18に、グローバル動き情報判定部362が実行する処理のフローチャートを示す。まず、有効動きベクトル数を0に初期化する(S161)。次に、注目動きベクトルを選択する(S162)。次に、選択した注目動きベクトルについて、動き情報判定部350から出力される動き情報信頼性が“有り”か“無し”かを判定する(S163)。信頼性“有り”の場合、有効動きベクトル数をインクリメントする(S164)。一方、信頼性“無し”の場合、ステップS165に進む。次に、ステップS162～S164を画像内の全ての動きベクトルに対して実行したか否かを判定する(S165)。実行済みの場合、ステップS166に進む。未処理の動きベクトルがある場合には、ステップS162に戻り、未処理の動きベクトルの中から1つの動きベクトルを選択する。ステップS166では、有効動きベクトル数と閾値とを比較する(S166)。有効動きベクトル数が閾値より大きい場合、グローバル動き情報が信頼性“有り”であると判定する(S167)。一方、有効動きベクトル数が閾値以下である場合、グローバル動き情報が信頼性“無し”であると判定する(S168)。

【0097】

2. 7. 合焦動作制御部

合焦動作制御部363の詳細について説明する。図19に、合焦動作制御部363が実行する処理のフローチャートを示す。まず、合焦制御信号が“ON”か“OFF”かを判定する(S181)。合焦制御信号が“ON”の場合、合焦動作制御処理を終了する。合焦制御信号が“OFF”の場合、初期化フラグが“ON”か“OFF”かを判定する(S182)。初期化フラグが“ON”の場合、累積グローバル動き情報を0ベクトルに初期化し(S183)、累積低信頼シーン数を0に初期化し(S184)、初期化フラグを“OFF”にし(S185)、ステップS186に進む。一方、ステップS182において、初期化フラグが“OFF”の場合、ステップS186に進む。ステップS186では、グローバル動き情報判定部362から出力されるグローバル動き情報信頼性が“有り”か“無し”かを判定する(S186)。信頼性“有り”の場合、ステップS189に進む。一方、信頼性“無し”の場合、累積低信頼シーン数をインクリメントし(S187)、グローバル動き情報を更新し(S188)、ステップS189に進む。ステップS188については後述する。ステップS189では、グローバル動き情報を閾値と比較する。グローバル動き情報が閾値より大きい場合、グローバル動き情報を累積グローバル動き情報に加算(累積)し(S190)、ステップS191に進む。一方、グローバル動き情報が閾値以下である場合、ステップS191に進む。

【0098】

ステップS191では、累積グローバル動き情報を閾値と比較する。累積グローバル動き情報が閾値より大きい場合、ステップS193に進む。一方、累積グローバル動き情報が閾値以下である場合、累積低信頼シーン数を閾値と比較する(S192)。累積低信頼シーン数が閾値より大きい場合、ステップS193に進む。一方、累積低信頼シーン数が閾値以下である場合、合焦動作制御処理を終了する。ステップS193では、初期化フラグを“ON”にする。次に、合焦制御信号を“ON”にする(S194)。

【0099】

ステップS188におけるグローバル動き情報の更新では、直前のフレーム(広義には、現在のフレームよりも前のフレーム)のグローバル動き情報を、現在のフレームのグローバル動き情報としてコピーする。このとき、直前のフレームのグローバル動き情報信頼性が信頼性“有り”の場合にはコピーし、信頼性“無し”の場合にはコピーしない。

【0100】

このように検出可能であった（信頼性“有り”だった）直前の動き情報を利用することで、動きに基づく合焦動作制御を安定的に行うことができる。

【0101】

なお、単純に直前フレームのグローバル動き情報をコピーするのではなく、画面平行動き量および画面垂直動き量の符号のみをコピーし、それらの絶対値を固定パラメータとしても構わない。このようにすることで、直前フレームのグローバル動き情報を保存する必要がなくなり、コストを低減できる。

【0102】

またステップS189における比較により、手振れ等による微細なグローバル動き情報をノイズとして除去することができるため、より安定的に合焦動作制御を行うことができる。

10

【0103】

またステップS191では、ステップS186においてグローバル動き情報信頼性が信頼性“有り”と判定されたグローバル動き情報を累積した累積グローバル動き情報を、閾値と比較する。これが閾値より大きければ合焦動作が必要であると判定して合焦制御信号を“ON”にする。このように信頼性“有り”のグローバル動き情報に基づいて合焦動作を制御することで、制御の信頼性を高めることができる。

【0104】

2. 8. 合焦動作実行部

合焦動作実行部364の詳細について説明する。合焦動作実行部364は、合焦制御信号が“ON”の場合、前処理部320から出力される画像に基づいて、画像出力タイミングと同期するようにフォーカスレンズ210を駆動させて、合焦動作を実行する。

20

【0105】

図20に、合焦動作実行部364が実行する処理のフローチャートを示す。まず、合焦制御信号が“ON”か“OFF”かを判定する（S201）。合焦制御信号が“ON”の場合、ステップS202に進む。合焦制御信号が“OFF”の場合、合焦動作実行処理を終了する。ステップS202では、前処理部320から出力される画像に基づいて、例えば公知の手法等で合焦方向（次の画像出力タイミングでフォーカスレンズ210を駆動させる方向）を判別する。次に、決定した合焦方向に基づいて、ウォブリング中心位置を変更し（S203）、その中心位置でウォブリング動作を行う。具体的には、S203で決定される合焦方向は、合焦物体位置が撮像部200に近い至近側となる方向か、撮像部200から遠い無限遠側となる方向のいずれかである。次に、合焦が完了した（被写体にピントが合ったか）か否かを例えば公知の手法等で判定する（S204）。合焦が完了している場合、合焦制御信号を“ON”から“OFF”に切り換えて（S205）、合焦動作実行処理を終了する。合焦が完了していない場合、合焦動作実行処理を終了する。

30

【0106】

ステップS204で合焦が完了したと判定されて、合焦制御信号が“OFF”になった場合、AFを行わない待機状態となり、図19のフローでステップS182以降が実行される。ステップS191で累積グローバル動き情報が閾値以下と判断され、且つ、ステップS192で累積低信頼性シーン数が閾値以下と判断された場合、合焦制御信号が“OFF”のままとなり、待機状態が維持され、ステップS182以降が再び実行される。一方、ステップS191で累積グローバル動き情報が閾値より大きいと判断され、又は、ステップS192で累積低信頼性シーン数が閾値より大きいと判断された場合、ステップS194で合焦制御信号が“ON”になり、図20のステップS202以降が実行される。このステップS202以降の処理は、ステップS204で合焦が完了したと判定され、ステップS205で合焦制御信号が“OFF”になるまで繰り返される。このようにして、合焦動作と待機状態とを行き来する。

40

【0107】

以上のように、フォーカス制御部360は、撮像部200と被写体の間の大局的な動きを表すグローバル動き情報（例えば、図13、図14のフローで求めた画面平行動き量、

50

画面垂直動き量、面積比の対数)を複数のフレームで累積処理した累積グローバル動き情報を、動き情報と動き情報信頼性に基づいて求める(図19のS186~S190)。そして、累積グローバル動き情報が累積グローバル動き情報の閾値よりも大きいと判定した場合に、合焦動作を実行する(図19のS191~S194)。

【0108】

このように、複数フレーム累積したグローバル動き量が所定量を超えた場合に合焦動作を実行することで、緩慢な動きであっても累積して大きな移動量となった場合には合焦動作を実行し、ユーザの意図しない瞬間的な動きに対しては合焦動作を実行しない、AF制御が実現できる。

【0109】

ここで、累積グローバル動き情報の閾値とは、累積グローバル動き情報が表す撮像部200と被写体の間の相対的な移動を検出するための閾値である。即ち、グローバル動き情報は例えばフレーム間の動き量であり、それを累積(例えば加算、積分)したのが累積グローバル動き情報である。そのため、累積グローバル動き情報はグローバル動き情報よりも長い間隔での動き(即ち複数フレームの間での移動量)を表している。例えば、グローバル動き情報は動きの速度に対応し、それを積分した移動量(距離や方向)が累積グローバル動き情報に対応する。この累積グローバル動き情報に対して閾値判定を行うことで、移動量を判定できる。例えば、閾値として、画像サイズの $1/3$ 或いは $1/2$ に相当する値を採用できる。この場合、被写体が画像上で画像サイズの $1/3$ 或いは $1/2$ 動いた場合(即ち、撮影範囲が移動した場合)に合焦動作が実行される。或いは、閾値として、被写界深度に相当する値を採用できる。この場合、被写体が被写界深度から外れた場合に合焦動作が実行される。

【0110】

また本実施形態では、フォーカス制御部360は、グローバル動き情報の信頼性であるグローバル動き情報信頼性を動き情報信頼性に基づいて判定し、グローバル動き情報信頼性が低信頼(例えば信頼性“無し”)であると判定したフレームでは、グローバル動き情報の累積処理を行わない(図19のS186からS187、S188への分岐)。

【0111】

例えば、本実施形態ではステップS186においてグローバル動き情報が信頼性“無し”と判定された場合、ステップS188において、そのフレームでのグローバル動き情報が直前フレームでのグローバル動き情報によって更新される。即ち、現在のフレームでのグローバル動き情報はステップS190で累積されないことになる。なお、これに限定されず、ステップS186においてグローバル動き情報が信頼性“無し”と判定された場合にステップS190を実行しないフローとしてもよい。

【0112】

このように、グローバル動き情報信頼性が低信頼である場合に、そのフレームでのグローバル動き情報を累積しないことで、信頼性の高いグローバル動き情報に基づいて合焦動作の必要性を判断できる。例えば、ノイズ等によってマッチング処理がうまくいかなかった場合、多くの局所動きベクトルの信頼性が“無し”となる場合がある。このような場合にグローバル動き情報を低信頼と判断することで、生体(背景)の大局的な動きを正確に表していない可能性があるグローバル動き情報の影響を低減できる。

【0113】

また本実施形態では、フォーカス制御部360は、グローバル動き情報が表す動き量が、グローバル動き情報の閾値よりも小さいと判定したフレームでは、グローバル動き情報の累積処理を行わない(図19のS189からS191への分岐)。

【0114】

このようにすれば、例えば手振れ等によって発生した微細なグローバル動き情報を、閾値判断によりノイズとして除去することができる。これにより、ユーザが意図してスクリーンを操作したときに発生する、比較的大きな移動だけを検出することが可能となり、安定的に合焦動作の必要性を判定することが可能になる。

10

20

30

40

50

【0115】

また本実施形態では、フォーカス制御部360は、グローバル動き情報信頼性が低信頼であると判定したフレームでは、そのフレームよりも前の（例えば直前の）フレームでのグローバル動き情報を、そのフレームでのグローバル動き情報として累積処理する（ステップS188）。或いは、フォーカス制御部360は、グローバル動き情報信頼性が低信頼であると判定したフレームでは、所定のグローバル動き情報を、そのフレームでのグローバル動き情報として累積処理してもよい。

【0116】

例えば、動きが速い場合にはマッチング処理で動きベクトルを検出できずに信頼性“無し”となる場合があるが、その場合に累積グローバル動き情報が増えないと、合焦動作が必要な状況にも関わらず合焦動作が実行されない可能性がある。この点、本実施形態では、直前フレームのグローバル動き情報が累積されるので、累積グローバル動き情報が増え、スコープが移動したにも関わらず合焦動作が行われない状況を回避できる。

【0117】

また本実施形態では、フォーカス制御部360は、グローバル動き情報が低信頼であると判定したフレーム数に基づいて合焦動作を実行するか否かを判定する（図19のS187、S192）。具体的には、フォーカス制御部360は、所定数のフレームのうち、グローバル動き情報が低信頼であると判定されたフレーム数が、フレーム数の閾値よりも多い場合に、合焦動作を実行する（S192からS193、S194への分岐）。或いは、フォーカス制御部360は、グローバル動き情報が低信頼であると判定されたフレームの継続数（連続して低信頼と判定されたフレーム数）が、フレーム数の閾値よりも多い場合に、合焦動作を実行してもよい。

【0118】

グローバル動き情報が頻繁に低信頼と判定されるということは、動き情報の信頼性が低い状況が続いているということであり、シーンが変化していない（同一被写体を写し続けている）という保証がない。このような状況がどのように変化しているか分からない場合には、ピントがずれている可能性があるため、合焦動作が必要と判定する。これにより、シーンを判断できない状況において予防的に合焦させることが可能となる。

【0119】

3. 第3実施形態

図21に、第3実施形態の内視鏡装置の構成例を示す。内視鏡装置は、体内への挿入部である硬性鏡100と、硬性鏡100に接続される撮像部200と、処理部300と、表示部400と、外部I/F部500と、光源部600と、を含む。なお、第1、第2実施形態で説明した構成要素と同一の構成要素については、同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

【0120】

硬性鏡100は、3軸の回転運動および3軸の並進運動を検出する6軸のモーションセンサ130を備えており、モーションセンサ130からの検出信号（動き信号）を処理部300に出力する。例えば、モーションセンサ130は、3軸（互いに直交するx、y、z軸）回りの角加速度を検出する角加速度センサ（ジャイロセンサ）と、3軸（x、y、z軸）方向の加速度を検出する加速度センサと、を含む。モーションセンサ130は、撮像素子240の動作周波数（フレーム周波数）よりも十分高速な周波数で動作しており、検出した角加速度・加速度を図示しない積分器により積分し、角度変化・位置変化として出力する。積分の開始・終了タイミングは撮像素子240の動作タイミング（画像の撮影タイミング）に同期しており、動き信号は撮像素子240の動作タイミング間（フレーム間）に発生した硬性鏡100の角度変化・位置変化である。

【0121】

処理部300は、AD変換部310と、前処理部320と、画像処理部330と、フォーカス制御部360と、制御部370と、動き情報取得部380と、動き情報判定部390と、を含む。

【0122】

動き情報取得部380は、上述のモーションセンサ130から出力される検出信号および合焦物体位置に基づいて、動き情報を取得する。取得した動き情報は、フォーカス制御部360と動き情報判定部390に出力される。動き情報には、第2の実施形態と同様に、画面平行動き量と画面垂直動き量がある。

【0123】

画面平行動き量としては、実空間上の動きである位置変化の画面平行成分（角度変化のヨー成分およびピッチ成分）から画像上の動き量を算出する。具体的には、実空間上の位置変化を撮像倍率に基づいて画像上の動き量に換算した項と、実空間上の角度変化を最大画角に対する割合に基づいて画像上の動き量に換算した項との和が、画面平行動き量である（下式（8）、（9））。

【数8】

$$MV_UD = HEAVE \times ZOOM(P) + PITCH \div MAX_ANGLE_UD \times MAX_PIXEL_UD$$

(8)

【数9】

$$MV_LR = SWAY \times ZOOM(P) + YAW \div MAX_ANGLE_LR \times MAX_PIXEL_LR$$

(9)

【0124】

ここで、HEAVE、SWAYは、位置変化の上下方向成分、左右方向成分である。ZOOM(P)は、物体合焦位置Pにおける撮像倍率である。PITCH、YAWは、角度変化のピッチ成分、ヨー成分である。MAX__ANGLE__UD、MAX__ANGLE__LRは、硬性鏡100の上下方向最大画角、左右方向最大画角である。MAX__PIXEL__UD、MAX__PIXEL__LRは、撮像素子240の上下方向の最大画素数、左右方向の最大画素数である。MV__UDは、画面上下方向での動き量であり、MV__LRは、画面左右方向での動き量である。

【0125】

画面垂直動き量は、実空間上の動きである位置変化の画面垂直成分をそのまま用いる。このため、第3実施形態における画面垂直動き量は、正負の符号に加えて大きさを持った値、例えば-3mmや+10mmといった値である。

【0126】

フォーカス制御部360は、このようにして取得された画面平行動き量と画面垂直動き量を累積して、第2の実施形態と同様の制御を行う。

【0127】

動き情報判定部390は、動き情報取得部380から出力される動き情報に基づいて、動き情報の信頼性を判定する。判定した動き情報信頼性は、フォーカス制御部360に出力される。例えば、動き情報の絶対値が閾値より大きい場合に、信頼性“無し”と判定する。又は、直近の所定数のフレームでの平均動き情報と現在フレームでの動き情報との差分が閾値より大きい場合に、信頼性“無し”と判定する。これらの条件に該当しない場合、信頼性“有り”と判定する。

【0128】

なお、以上では硬性鏡100がモーションセンサ130を有しており、動き情報取得部380はモーションセンサ130から出力される動き信号に基づいて動き情報を算出するが、変形例として硬性鏡100が位置センサ（例えば磁気式の位置センサ等）を有しており、動き情報取得部380は位置センサから出力される位置情報の経時変化に基づいて動き情報を取得しても構わない。

【0129】

10

20

30

40

50

以上の実施形態によれば、合焦動作を実行可能であり、角加速度・加速度を検出するモーションセンサ130を有した撮像部200により、被写体からの反射光を画像として撮像する。モーションセンサ130の出力から撮像部200と被写体との相対的な動き量を算出する。動き量を複数フレーム累積した正味の動き量が所定の閾値を超えた場合、合焦動作が必要であると判定して撮像部200の合焦動作を実行する。複数フレーム累積した動き量が所定量を超えた場合に合焦動作を実行することで、緩慢な動きであっても非合焦となれば合焦動作を実行し、ユーザの意図しない瞬間的な動きに対しては合焦動作を実行しない、AF制御が実現できる。

【0130】

以上のように、動き情報取得部380は、撮像部200に設けられたモーションセンサ130の出力値（HEAVE、SWAY、PITCH、YAW）に基づいて動き情報（MV__UD、MV__LR）を取得する。動き情報判定部390は、動き情報と動き情報の閾値との比較に基づいて動き情報信頼性を判定する。例えば、動き情報（MV__UD、MV__LR）の絶対値が閾値より大きい場合に、信頼性“無し”と判定する。

【0131】

或いは、動き情報判定部390は、時系列に得られる複数の動き情報の各動き情報と、前又は後の少なくとも一方の動き情報との相関に基づいて、動き情報信頼性を判定する。例えば、各フレームで動き情報（MV__UD、MV__LR）が得られ、その第jフレームでの動き情報と、第（j-1）フレーム以前又は第（j+1）フレーム以後の少なくとも一方の動き情報との相関に基づいて、信頼性を判定する。例えば、第jフレームを含む所定数のフレームでの動き情報の平均値と、第jフレームでの動き情報との差分が閾値より大きい場合に、信頼性“無し”と判定する。

【0132】

このようにすれば、モーションセンサ130の出力値を、画像における被写体の動き情報に変換し、その動き情報に基づいて合焦動作が必要であるか否かを判断できる。また、閾値比較や、時系列の相関等から信頼性を判断することで、手ぶれ等のユーザが意図しない小さい動き等の影響を低減し、合焦動作が必要なシーン変化において合焦動作をオンすることが可能となる。

【0133】

なお、第1～第3実施形態の内視鏡装置等は、プロセッサとメモリを含んでもよい。ここでのプロセッサは、例えばCPU（Central Processing Unit）であってもよい。ただしプロセッサはCPUに限定されるものではなく、GPU（Graphics Processing Unit）、或いはDSP（Digital Signal Processor）等、各種のプロセッサを用いることが可能である。またプロセッサはASICによるハードウェア回路でもよい。また、メモリはコンピュータにより読み取り可能な命令を格納するものであり、当該命令がプロセッサにより実行されることで、本実施形態に係る内視鏡装置等の各部（例えば処理部300の各部）が実現されることになる。ここでのメモリは、SRAM、DRAMなどの半導体メモリであってもよいし、レジスタやハードディスク等でもよい。また、ここでの命令は、プログラムを構成する命令セットの命令でもよいし、プロセッサのハードウェア回路に対して動作を指示する命令であってもよい。

【0134】

以上、本発明を適用した実施形態およびその変形例について説明したが、本発明は、各実施形態やその変形例そのままに限定されるものではなく、実施段階では、発明の要旨を逸脱しない範囲内で構成要素を変形して具体化することができる。また、上記した各実施形態や変形例に開示されている複数の構成要素を適宜組み合わせることによって、種々の発明を形成することができる。例えば、各実施形態や変形例に記載した全構成要素からいくつかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施の形態や変形例で説明した構成要素を適宜組み合わせてもよい。このように、発明の主旨を逸脱しない範囲内において種々の変形や応用が可能である。また、明細書又は図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語と共に記載された用語は、明細書又は図面のいかなる箇所にお

10

20

30

40

50

いても、その異なる用語に置き換えることができる。

【符号の説明】

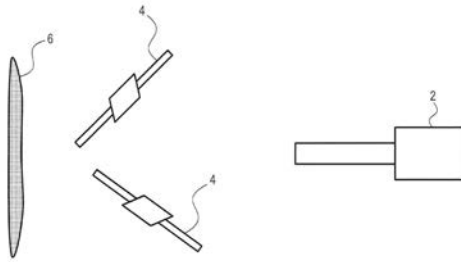
【0135】

2 内視鏡装置、4 処置具、6 被写体、100 硬性鏡、
 110 レンズ系、120 ライトガイド部、
 130 モーションセンサ、200 撮像部、
 210 フォーカスレンズ、220 フォーカスレンズ駆動部、
 230 対物レンズ系、240 撮像素子、300 処理部、
 310 AD変換部、320 前処理部、330 画像処理部、
 340 動き情報取得部、341 フレームメモリ、
 342 動きベクトル算出部、350 動き情報判定部、
 351 ばらつき判定部、352 明るさ判定部、
 353 フレームメモリ、354 一致度判定部、
 360 フォーカス制御部、361 グローバル動き情報取得部、
 362 グローバル動き情報判定部、363 合焦動作制御部、
 364 合焦動作実行部、370 制御部、
 380 動き情報取得部、390 動き情報判定部、
 400 表示部、500 外部I/F部、600 光源部、
 610 白色光源、620 ライトガイドケーブル、
 710 画面平行動き量算出部、720 画面垂直動き量算出部、
 VE 動きベクトル

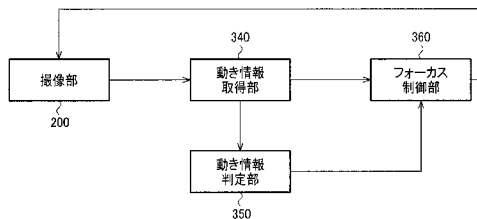
10

20

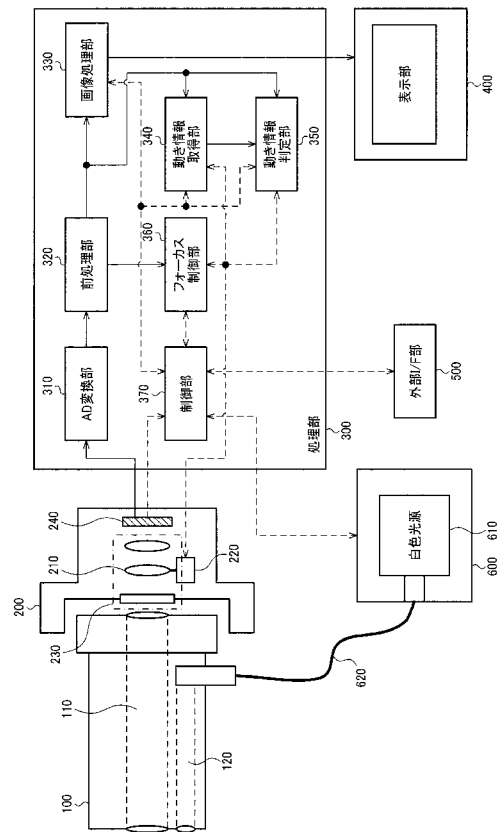
【図1】



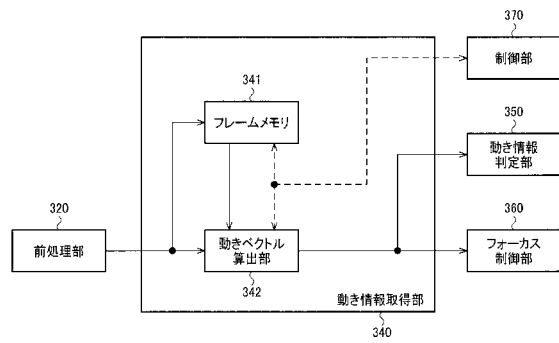
【図2】



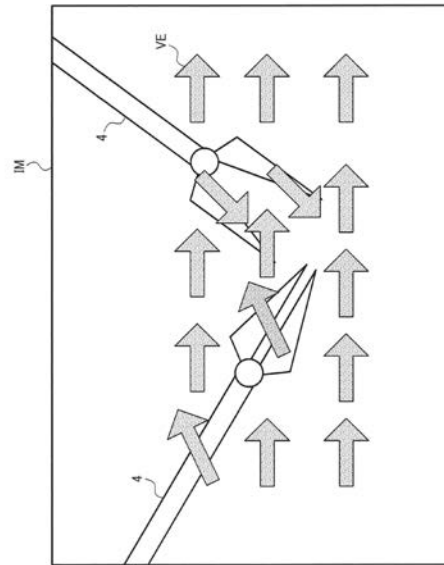
【図3】



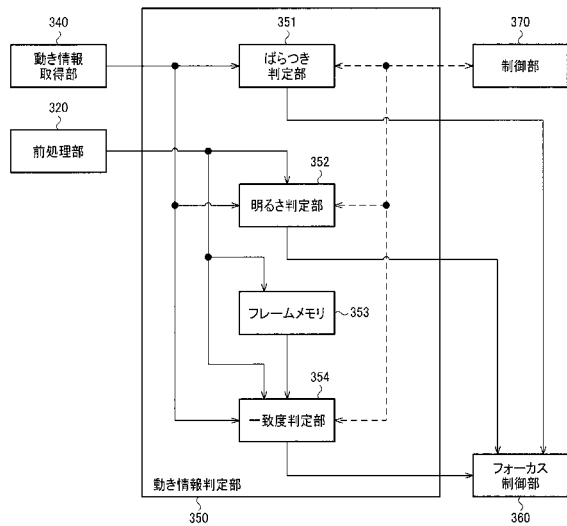
【図 4】



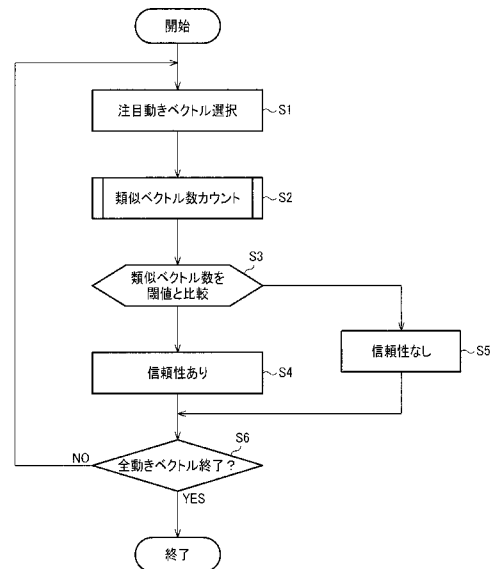
【図 5】



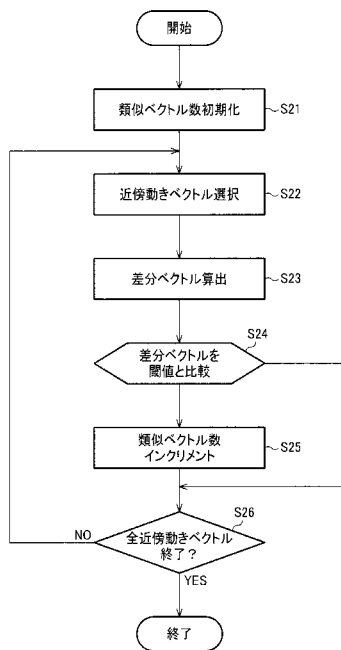
【図 6】



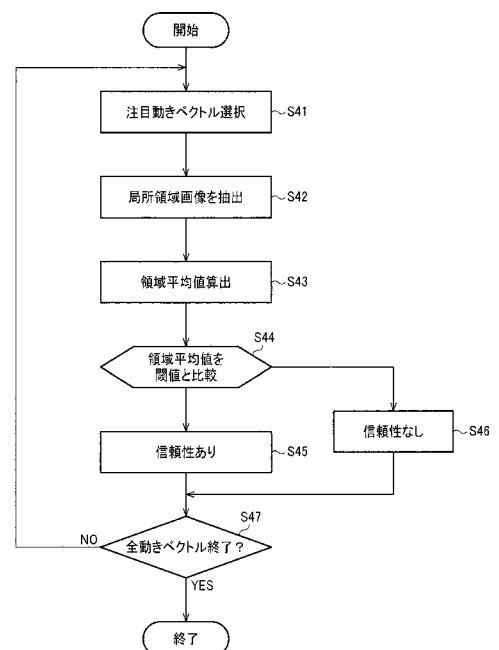
【図 7】



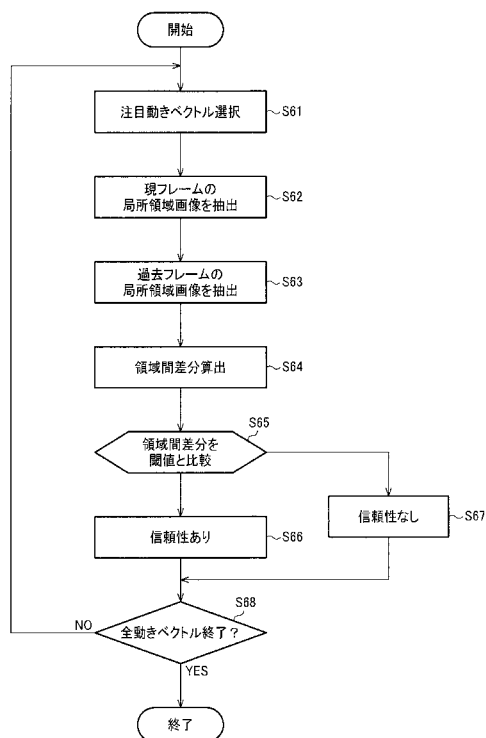
【図 8】



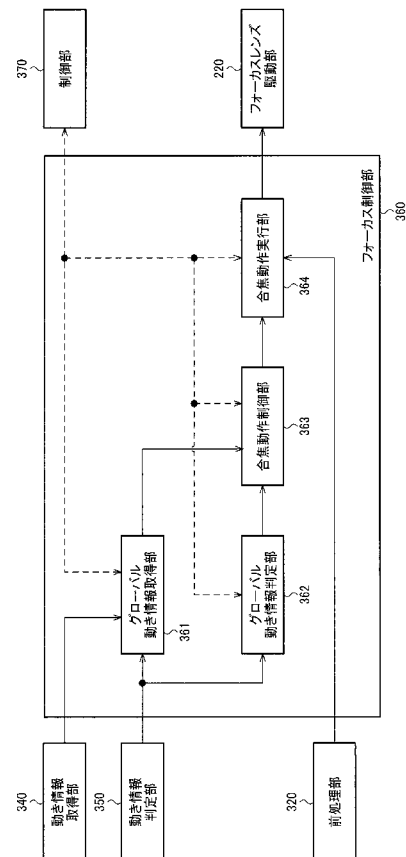
【図 9】



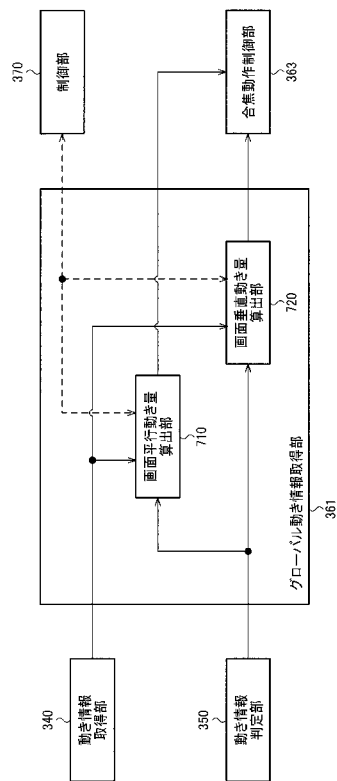
【図 10】



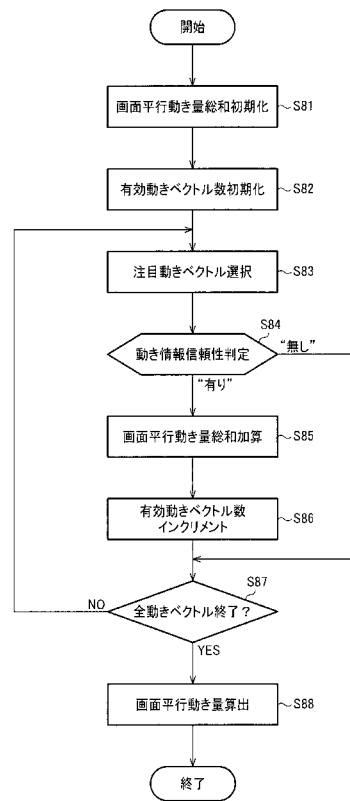
【図 11】



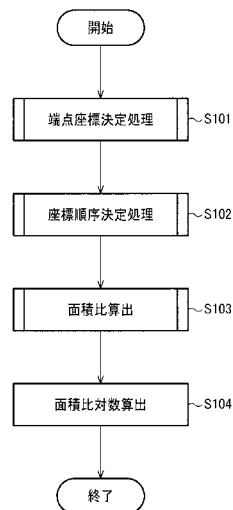
【图 1 2】



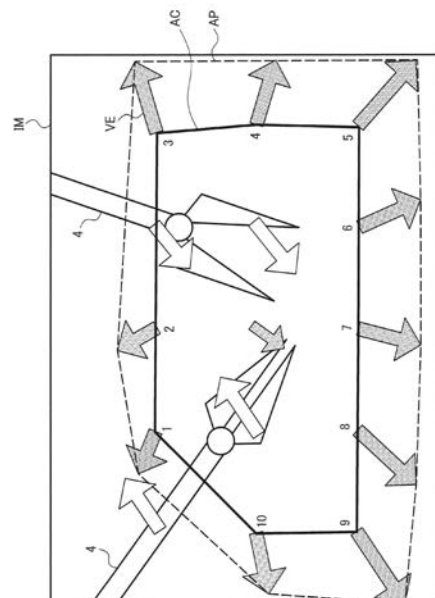
【 図 1 3 】



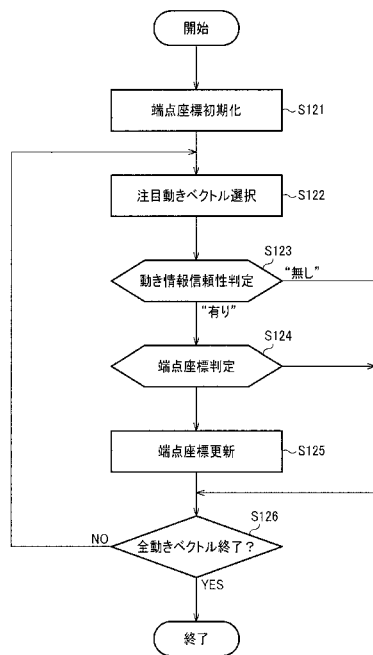
【图 14】



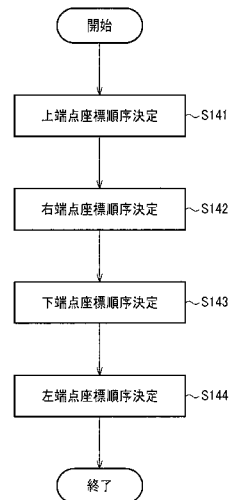
【図 15】



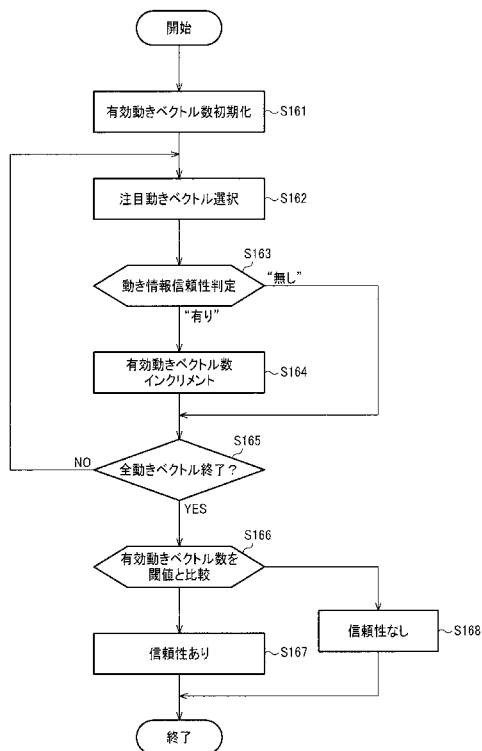
【図 16】



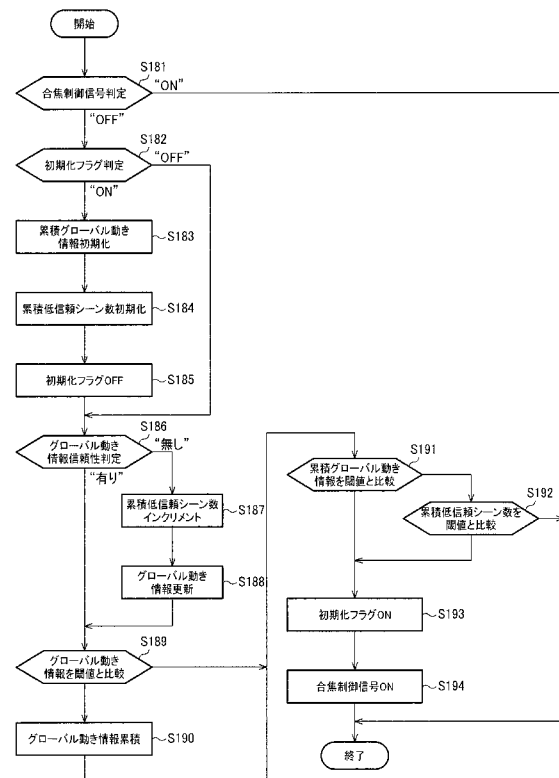
【図 17】



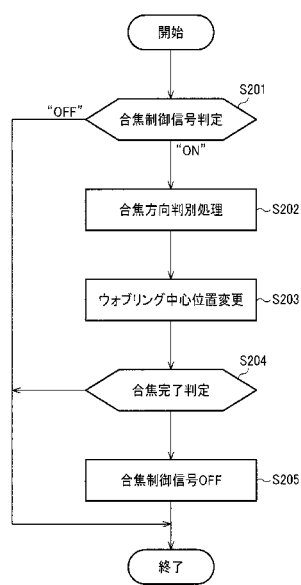
【図 18】



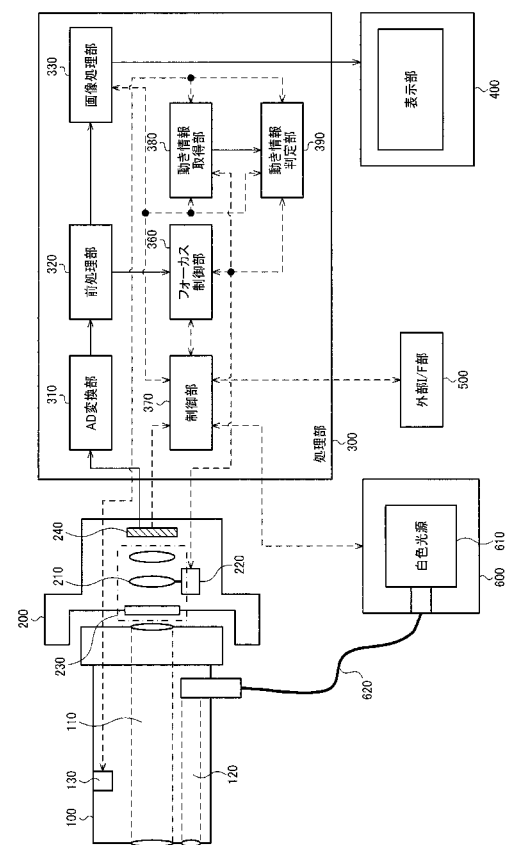
【図 19】



【図 2 0】



【図 2 1】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2015/066837
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B1/00(2006.01) i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B1/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2015 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2004-205981 A (Pentax Corp.), 22 July 2004 (22.07.2004), paragraphs [0027] to [0048]; claim 1 & US 2004/0130651 A1	1, 2, 18 3-17
A	JP 2013-43007 A (Olympus Corp.), 04 March 2013 (04.03.2013), paragraphs [0103] to [0121] (Family: none)	1-18
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 01 September 2015 (01.09.15)		Date of mailing of the international search report 15 September 2015 (15.09.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2015/066837	
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. A61B1/00(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. A61B1/00			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
X A	JP 2004-205981 A（ペンタックス株式会社）2004.07.22, 【0027】～【0048】、請求項1 & US 2004/0130651 A1	1, 2, 18 3 - 17	
A	JP 2013-43007 A（オリンパス株式会社）2013.03.04, 【0103】 ～【0121】（ファミリーなし）	1 - 18	
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 01.09.2015		国際調査報告の発送日 15.09.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 伊藤 昭治 電話番号 03-3581-1101 内線 3292	2Q 4077

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
G 0 3 B	13/36	(2006.01)	G 0 3 B	13/36
G 0 3 B	17/02	(2006.01)	G 0 3 B	17/02
			G 0 2 B	7/28
				H

(72)発明者 栗山 直也

東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地 オリンパス株式会社内

Fターム(参考) 2H011 AA06 BA31

2H040 BA06 GA02 GA10

2H100 CC03

2H151 BA47

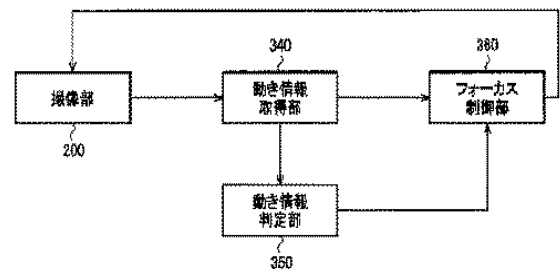
4C161 CC03 CC06 DD01 FF02 LL01 NN01 PP13 QQ02 SS21

(注) この公表は、国際事務局 (W I P O) により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願 (日本語実用新案登録出願) の国際公開の効果は、特許法第 1 8 4 条の 1 0 第 1 項 (実用新案法第 4 8 条の 1 3 第 2 項) により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	内窥镜装置和聚焦控制方法		
公开(公告)号	JPWO2016199264A1	公开(公告)日	2018-05-24
申请号	JP2017523043	申请日	2015-06-11
[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	栗山直也		
发明人	栗山 直也		
IPC分类号	A61B1/00 A61B1/045 G02B23/24 G02B7/28 G02B7/36 G03B13/36 G03B17/02		
FI分类号	A61B1/00.735 A61B1/045.610 G02B23/24.B G02B7/28.N G02B7/36 G03B13/36 G03B17/02 G02B7/28.H		
F-TERM分类号	2H011/AA06 2H011/BA31 2H040/BA06 2H040/GA02 2H040/GA10 2H100/CC03 2H151/BA47 4C161/CC03 4C161/CC06 4C161/DD01 4C161/FF02 4C161/LL01 4C161/NN01 4C161/PP13 4C161/QQ02 4C161/SS21		
代理人(译)	黑田靖 井上 一 西河 宏晃		
其他公开文献	JP6530067B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

内窥镜装置，获取表示成像单元200与被摄体之间的运动的运动信息的运动信息获取单元340，确定作为运动信息的可靠性的运动信息的可靠性的运动信息确定单元350，聚焦控制单元360基于运动信息和运动信息可靠性来确定是否执行用于将成像单元200聚焦在被摄体上的聚焦操作。



- 200 Imaging unit
- 340 Movement information acquisition unit
- 350 Movement information determination unit
- 360 Focus control unit