

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

拡大観察が可能な撮像部により取得された画像を処理する画像処理装置であって、
被写体に対する前記撮像部の相対的な動きを表す情報である動き情報を取得する動き情報取得部と、
前記撮像部の撮像倍率を算出する撮像倍率算出部と、
前記撮像部により取得された撮像画像から特定領域における画像を抽出画像として抽出する画像抽出部と、
を含み、
前記画像抽出部は、
前記撮像画像における前記特定領域の位置を、前記動き情報に基づいて設定するとともに、前記撮像画像から前記特定領域を除く領域の大きさであるマージン領域の大きさを、前記撮像倍率に基づいて設定することを特徴とする画像処理装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 において、
前記画像抽出部は、
前記マージン領域の大きさを、前記撮像倍率に比例した大きさに設定することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 3】

請求項 2 において、
前記画像抽出部は、
前記マージン領域の大きさを、前記マージン領域の大きさの基準となる基準サイズに対して前記撮像倍率を乗じたサイズに設定することを特徴とする画像処理装置。

20

【請求項 4】

請求項 3 において、
前記画像抽出部は、
前記基準サイズに対して前記撮像倍率を乗じたサイズに設定された前記マージン領域の大きさを、前記動き情報に基づいて更新することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 5】

請求項 4 において、
前記画像抽出部は、
所定期間における前記動き情報の平均値に基づいて前記マージン領域の大きさを更新することを特徴とする画像処理装置。

30

【請求項 6】

請求項 5 において、
前記画像抽出部は、
前記動き情報の平均値が第 1 の閾値より大きい場合には、前記マージン領域の大きさを、前記撮像倍率に基づいて設定された大きさより大きいサイズに更新し、
前記動き情報の平均値が第 2 の閾値より小さい場合には、前記マージン領域の大きさを、前記撮像倍率に基づいて設定された大きさより小さいサイズに更新することを特徴とする画像処理装置。

40

【請求項 7】

請求項 1 において、
前記画像抽出部は、
前記撮像倍率に基づいて設定された前記マージン領域の大きさを、前記動き情報に基づいて更新することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 8】

請求項 7 において、
前記動き情報は、
前記撮像画像における前記被写体の動きを表す動きベクトルであり、

50

前記画像抽出部は、

所定期間における前記動きベクトルの絶対値の平均値に基づいて前記マージン領域の大きさを更新することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 9】

請求項 1 において、

前記画像抽出部は、

前記特定領域の少なくとも一部が前記撮像画像の外側に出たと判定した場合に、前記特定領域を前記撮像画像内に再設定することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 10】

請求項 9 において、

前記動き情報は、

前記撮像画像における前記被写体の動きを表す動きベクトルであり、

前記画像抽出部は、

前記動きベクトルの大きさが前記マージン領域の大きさを超えた場合に、前記特定領域の位置を前記マージン領域内に再設定することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 11】

請求項 1 において、

前記撮像部の焦点位置情報を取得する焦点位置情報取得部を含み、

前記撮像部と前記被写体との距離が変更されることで前記撮像倍率に変更される場合に

、

前記撮像倍率算出部は、

前記焦点位置情報に基づいて前記撮像倍率を算出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 12】

請求項 11 において、

前記撮像倍率算出部は、

基準焦点位置と、前記焦点位置情報が表す焦点位置との比に基づいて前記撮像倍率を算出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 13】

請求項 1 において、

前記撮像部の画角情報を取得する画角情報取得部を含み、

前記撮像倍率算出部は、

前記画角情報に基づいて前記撮像倍率を算出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 14】

請求項 13 において、

前記撮像倍率算出部は、

基準画角を n とし、前記画角情報が表す画角を t とする場合に、 $\tan(n/2)$ と $\tan(t/2)$ との比に基づいて前記撮像倍率を算出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 15】

請求項 1 において、

前記撮像部の移動量情報を取得する移動量情報取得部を含み、

前記撮像倍率算出部は、

前記動き情報と前記移動量情報に基づいて前記撮像倍率を算出することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 16】

請求項 15 において、

前記撮像倍率算出部は、

前記動き情報と前記移動量情報に基づいて前記撮像部と前記被写体との距離を算出し、算出した距離と基準距離との比に基づいて前記撮像倍率を算出することを特徴とする画像処理装置。

10

20

30

40

50

【請求項 17】

請求項 1 において、
前記動き情報取得部は、
異なる時間において取得された少なくとも 2 つの前記撮像画像に基づいて、前記撮像画像における前記被写体の動きを表す動きベクトルを取得することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 18】

請求項 17 において、
前記撮像部は、
前記撮像画像として、第 1 ～ 第 3 色信号の画像を時系列に順次取得し、
前記動き情報取得部は、
前記第 1 ～ 第 3 色信号の画像の間での被写体の動きを表す動きベクトルをチャンネル間動きベクトルとして取得し、
前記画像抽出部は、
前記チャンネル間動きベクトルに基づいて、前記第 1 ～ 第 3 色信号の画像から前記抽出画像を抽出することを特徴とする画像処理装置。

10

【請求項 19】

請求項 1 において、
前記抽出画像の画像サイズが前記撮像倍率に応じて変化する場合に、前記抽出画像の画像サイズを、表示部に表示可能な所定の画像サイズに変換するサイズ変換部を含むことを特徴とする画像処理装置。

20

【請求項 20】

請求項 19 において、
前記撮像部は、
前記撮像画像として一連の動画画像を取得し、
前記サイズ変換部は、
前記一連の動画画像から抽出された一連の抽出画像を同一の画像サイズに変換することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 21】

請求項 1 に記載の画像処理装置を含むことを特徴とする内視鏡装置。

30

【請求項 22】

請求項 21 において、
前記抽出画像の画像サイズが前記撮像倍率に応じて変化する場合に、前記抽出画像の画像サイズを、表示部に表示可能な所定の画像サイズに変換するサイズ変換部と、
前記所定の画像サイズに変換された抽出画像を表示する表示部と、
を含むことを特徴とする内視鏡装置。

【請求項 23】

被写体に対する前記撮像部の相対的な動きを表す情報である動き情報を取得する動き情報取得部と、
前記撮像部の撮像倍率を算出する撮像倍率算出部と、
前記撮像部により取得された撮像画像から特定領域における画像を抽出画像として抽出する画像抽出部として、
コンピュータを機能させ、
前記画像抽出部は、
前記撮像画像における前記特定領域の位置を、前記動き情報に基づいて設定するとともに、前記撮像画像から前記特定領域を除く領域の大きさであるマージン領域の大きさを、前記撮像倍率に基づいて設定することを特徴とする画像処理プログラム。

40

【請求項 24】

被写体に対する前記撮像部の相対的な動きを表す情報である動き情報を取得し、
前記撮像部の撮像倍率を算出し、

50

前記撮像部により取得された撮像画像から特定領域における画像を抽出画像として抽出し、

前記撮像画像における前記特定領域の位置を、前記動き情報に基づいて設定するとともに、前記撮像画像から前記特定領域を除く領域の大きさであるマージン領域の大きさを、前記撮像倍率に基づいて設定することを特徴とする画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、内視鏡装置、画像処理プログラム及び画像処理方法等に関する。

【背景技術】

【0002】

内視鏡診断においては、生体を顕微鏡相当の拡大率で観察可能な内視鏡（以下、拡大内視鏡と呼ぶ）が一般的に用いられている。拡大内視鏡は、通常の内視鏡に比べて数十倍から数百倍の拡大率を有している。

【0003】

この拡大内視鏡を用いると、生体の粘膜表層のピットパターン（微細構造）を観察することが可能である。この生体の粘膜表層のピットパターンは、病変部と正常部とで異なるパターンを有することが知られている。そのため、拡大内視鏡を用いることで、病変部と正常部を容易に識別することが可能である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平3 - 16470号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、拡大内視鏡を用いて拡大観察を行う場合には、内視鏡先端の撮像部と観察対象である生体との間の相対的な動きの影響を大きく受けるという課題がある。すなわち、その動きが微小なものであっても、内視鏡モニタ上では、大きなブレとして認識されてしまい、そのブレが診断の妨げとなってしまう。

【0006】

またブレの影響により、注目している領域（例えば病変領域）を見失ってしまう場合もある。拡大観察時は、非常に視野が狭くなるため、見失った領域を再発見することは困難である。そのため、このような場合には、医師は拡大観察から通常観察に切り替えて視野を広くした状態で見失った領域を探索し、その後再び拡大観察に切り替えて該領域の観察を行うという作業を繰り返す必要がある。このような作業の繰り返しは、医師の負担となり、さらに診断時間を長引かせる要因にもなる。

【0007】

このようなブレを補正する手法として、例えば特許文献1には、時系列で撮像された複数の画像から算出した動きベクトルを用いて、ブレを補正する手法が開示されている。しかしながら、この手法では、拡大率によるブレの増大の影響を考慮していないため、拡大率が大きくなった場合にブレ補正が十分に機能しないという課題がある。

【0008】

本発明の幾つかの態様によれば、拡大率に応じたブレ補正が可能な画像処理装置、内視鏡装置、画像処理プログラム及び画像処理方法等を提供できる。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一態様は、拡大観察が可能な撮像部により取得された画像を処理する画像処理装置であって、被写体に対する前記撮像部の相対的な動きを表す情報である動き情報を取

10

20

30

40

50

得する動き情報取得部と、前記撮像部の撮像倍率を算出する撮像倍率算出部と、前記撮像部により取得された撮像画像から特定領域における画像を抽出画像として抽出する画像抽出部と、を含み、前記画像抽出部は、前記撮像画像における前記特定領域の位置を、前記動き情報に基づいて設定するとともに、前記撮像画像から前記特定領域を除く領域の大きさであるマージン領域の大きさを、前記撮像倍率に基づいて設定する画像処理装置に係する。

【 0 0 1 0 】

本発明の一態様によれば、被写体と撮像部の間の相対的な動き情報が取得され、撮像部の撮像倍率が算出される。その動き情報に基づいて撮像画像における特定領域の位置が設定され、その撮像倍率に基づいてマージン領域の大きさが設定される。そして、設定された特定領域の位置とマージン領域の大きさに基づいて撮像画像から抽出画像が抽出される。これにより、撮像倍率に応じたブレ補正等が可能になる。

10

【 0 0 1 1 】

また、本発明の他の態様は、上記に記載の画像処理装置を含む内視鏡装置に係する。

【 0 0 1 2 】

また、本発明のさらに他の態様は、被写体に対する前記撮像部の相対的な動きを表す情報である動き情報を取得する動き情報取得部と、前記撮像部の撮像倍率を算出する撮像倍率算出部と、前記撮像部により取得された撮像画像から特定領域における画像を抽出画像として抽出する画像抽出部として、コンピュータを機能させ、前記画像抽出部は、前記撮像画像における前記特定領域の位置を、前記動き情報に基づいて設定するとともに、前記撮像画像から前記特定領域を除く領域の大きさであるマージン領域の大きさを、前記撮像倍率に基づいて設定する画像処理プログラムに係する。

20

【 0 0 1 3 】

また、本発明のさらに他の態様は、被写体に対する前記撮像部の相対的な動きを表す情報である動き情報を取得し、前記撮像部の撮像倍率を算出し、前記撮像部により取得された撮像画像から特定領域における画像を抽出画像として抽出し、前記撮像画像における前記特定領域の位置を、前記動き情報に基づいて設定するとともに、前記撮像画像から前記特定領域を除く領域の大きさであるマージン領域の大きさを、前記撮像倍率に基づいて設定する画像処理方法に係する。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 本実施形態の手法についての説明図。

【 図 2 】 本実施形態の手法についての説明図。

【 図 3 】 本実施形態の手法についての説明図。

【 図 4 】 本実施形態の手法についての説明図。

【 図 5 】 内視鏡装置の構成例。

【 図 6 】 光源部の色フィルタの構成例。

【 図 7 】 光源部の色フィルタの分光透過率特性の例。

【 図 8 】 撮像素子の分光感度特性の例。

【 図 9 】 同時化処理部の詳細な構成例。

40

【 図 1 0 】 撮像部により取得される画像の例。

【 図 1 1 】 同時化処理部から出力される画像の例。

【 図 1 2 】 チャネル間動きベクトル検出部の詳細な構成例。

【 図 1 3 】 ブロックマッチング処理における局所領域の設定例。

【 図 1 4 】 フレーム間動きベクトル検出部の詳細な構成例。

【 図 1 5 】 拡大率の算出手法についての説明図。

【 図 1 6 】 画像抽出部の詳細な構成例。

【 図 1 7 】 図 1 7 (A) は、マージン領域の大きさについての説明図である。図 1 7 (B) は、マージン領域の始点座標についての説明図である。

【 図 1 8 】 クリップ処理についての説明図。

50

【図 19】内視鏡装置の第 2 の構成例。

【図 20】撮像素子の色フィルタの分光透過特性の例。

【図 21】拡大率の第 2 の算出手法についての説明図。

【図 22】画像抽出部の第 2 の詳細な構成例。

【図 23】内視鏡装置の第 3 の構成例。

【図 24】フレーム間動きベクトル検出部の第 2 の詳細な構成例。

【図 25】拡大率算出部の詳細な構成例。

【図 26】撮像部先端の移動方向の定義についての説明図。

【図 27】図 27 (A)、図 27 (B) は、拡大率の第 3 の算出手法についての説明図である。

10

【図 28】コンピュータシステムの構成を示すシステム構成図。

【図 29】コンピュータシステムにおける本体部の構成を示すブロック図。

【図 30】本実施形態が行う処理のフローチャート例。

【発明を実施するための形態】

【0015】

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、特許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。

【0016】

1. 本実施形態の手法

20

まず、図 1 を用いてブレ補正の手法について説明する。本実施形態が行うブレ補正では、図 1 の B 1 に示すように、動画撮影された画像から一部の領域を抽出し、B 2 に示すように、その抽出した領域の画像を表示する。そして、B 3 に示すように、次のフレームで撮像部が右下方向にブレた場合、画像を抽出する領域を左上にずらし、B 4 に示すように、前のフレームと同じ領域を表示させる。このように、画像を抽出する領域をブレを打ち消す方向に動かすことで、撮像部と被写体との間の相対的なブレを補正する。

【0017】

次に、図 2 ~ 図 4 を用いて上記ブレ補正の課題について説明する。なお説明を簡単にするために、以下では G 画像のみに着目して説明する。

【0018】

30

図 2 に示すように、ある時間 $t - 1$ (時刻) において、撮像部 200 の先端が P 1 に示す位置にあるとする。このとき、図 3 の R 1 に示すように、画像中央部に注目領域が撮影された G 画像が撮像素子 240a により取得される。そして、A 1 に示す領域の画像を表示画像として利用する。

【0019】

次に図 2 に示すように、時間 t において、撮像部 200 の先端が P 2 に示す位置に移動したとする。このとき、図 3 の R 2 に示すように、Q 1 だけずれた位置に注目領域が撮影された G 画像が撮像素子 240a により取得される。そして、A 1 に示す領域から変位量 Q 1 だけずれた A 2 に示す領域の画像を表示画像として利用する。この変位量 Q 1 は、時間 $t - 1$ と時間 t で取得された G 画像を用いて、例えば公知のブロックマッチング処理により検出される。

40

【0020】

以上の処理により、ブレ補正された表示画像を表示することが可能である。しかしながら、この手法では、変位量 Q 1 が大きい場合にブレ補正が困難となるという課題がある。例えば、図 4 に示すように、R 3 に示す時間 $t - 1$ での注目領域に対して、R 4 に示す時間 t での注目領域が変位量 Q 2 だけ大きくずれたとする。この場合、A 3 に示すように、表示画像を抽出する領域が撮像画像の外にはみ出てしまい、その領域の右端には画像の信号値が存在しないため、表示画像を抽出できなくなってしまう。

【0021】

このような状況は、例えば内視鏡診断における拡大観察時に生じる。すなわち、拡大観

50

察時には、拡大率（撮像倍率）に比例して上記変位量が大きくなる傾向にあるため、上述のブレ補正手法をそのまま内視鏡装置に適用すると、補正可能なブレの大きさが制限されるという課題がある。

【 0 0 2 2 】

そこで本実施形態では、図 4 の A 4 に示すように、表示画像として利用する領域を拡大率に応じて小さくする。これは、表示画像として利用しない領域（マージン領域）を拡大率に応じて大きくすることに相当する。本実施形態では、このようにマージン領域を大きくすることで、より大きな変位量に対しても抽出領域が画像内に収まり、拡大観察時においても安定してブレ補正が可能となる。

【 0 0 2 3 】

10

2. 内視鏡装置

図 5 に、拡大率に応じてマージン領域のサイズを変更する内視鏡装置の構成例を示す。この内視鏡装置（内視鏡システム）は、光源部 1 0 0 と、撮像部 2 0 0 と、画像処理部 3 0 0 と、表示部 4 0 0 と、外部 I / F 部 5 0 0 を含む。

【 0 0 2 4 】

光源部 1 0 0 は、白色光を発生する白色光源 1 1 0 と、その白色光から所定の帯域の光を抽出する回転フィルタ 1 2 0 と、その回転フィルタ 1 2 0 を駆動するためのモータ 1 2 0 a と、回転フィルタ 1 2 0 で抽出された光をライトガイドファイバ 2 1 0 に集光するためのレンズ 1 3 0 を含む。

【 0 0 2 5 】

20

回転フィルタ 1 2 0 は、例えば図 6 に示すように、透過率の異なる 3 種類の色フィルタ F_r , F_g , F_b から構成されている。この 3 種類の色フィルタは、例えば図 7 に示すように、 F_r フィルタが 5 8 0 ~ 7 0 0 nm、 F_g フィルタが 4 8 0 ~ 6 0 0 nm、 F_b フィルタが 4 0 0 ~ 5 0 0 nm の光を透過させる特性を有する。

【 0 0 2 6 】

モータ 1 2 0 a は、制御部 3 8 0 と双方向に接続されている。そして、制御部 3 8 0 からの制御信号に応じてモータ 1 2 0 a を駆動することで、回転フィルタ 1 2 0 が回転し、白色光源 1 1 0 とレンズ 1 3 0 との間の光路に挿入される色フィルタ F_g , F_r , F_b が順次切り替えられる。モータ 1 2 0 a は、白色光源 1 1 0 とレンズ 1 3 0 との間の光路に挿入されている色フィルタの情報を制御部 3 8 0 に出力する。例えば、その色フィルタの情報は、以下に示す識別情報である。制御部 3 8 0 は、この識別情報を、後述する同時化処理部 3 1 0 に出力する。

30

光路中に挿入されている色フィルタ	： 識別情報
F_g	： 1
F_r	： 2
F_b	： 3

【 0 0 2 7 】

このように回転フィルタ 1 2 0 が回転することで色フィルタが切り替えられ、後述するモノクロの撮像素子 2 4 0 a により各色フィルタに対応する画像が撮影される。すなわち、R , G , B の各画像が時系列で取得される。ここで、R 画像は、色フィルタ F_r が上述の光路に挿入されている期間に取得される画像である。また、G 画像と B 画像は、それぞれ色フィルタ F_g と色フィルタ F_b が上述の光路に挿入されている期間に取得される画像である。

40

【 0 0 2 8 】

撮像部 2 0 0 は、体腔への挿入を可能にするため、細長く且つ湾曲可能に形成されている。また撮像部 2 0 0 は、観察する部位等により異なる撮像部 2 0 0 が用いられるため、着脱可能な構造をしている。なお、内視鏡分野において、撮像部 2 0 0 は一般的にスコープと呼ばれているため、以下の説明では、撮像部 2 0 0 を適宜スコープと呼ぶ。

【 0 0 2 9 】

撮像部 2 0 0 は、光源部 1 0 0 で集光された光を導くためのライトガイドファイバ 2 1

50

0 と、そのライトガイドファイバ 2 1 0 により導かれた光を拡散させて被写体に照射する照明レンズ 2 2 0 を含む。また、撮像部 2 0 0 は、被写体からの反射光を集光する集光レンズ 2 3 0 と、その集光レンズ 2 3 0 により集光された反射光を検出するための撮像素子 2 4 0 a を含む。撮像素子 2 4 0 a は、例えば図 8 に示す分光感度特性を有するモノクロの撮像素子である。

【0030】

さらに撮像部 2 0 0 は、内部にメモリ 2 5 0 を有しており、このメモリ 2 5 0 には各スコープ固有の識別番号が保持されている。また、メモリ 2 5 0 は、制御部 3 8 0 に接続されている。そして、制御部 3 8 0 は、メモリ 2 5 0 に保持されている識別番号を参照することで、接続されているスコープの種類を識別することが可能である。

10

【0031】

集光レンズ 2 3 0 は、焦点位置を可変制御することが可能であり、例えば焦点位置を $d_{min} \sim d_{max}$ [mm] まで制御できるものとする。例えば、焦点位置 d は、外部 I / F 部 5 0 0 を介してユーザにより $d_{min} \sim d_{max}$ [mm] の範囲の任意の値が設定される。そして、外部 I / F 部 5 0 0 によりユーザが設定した焦点位置 d は、制御部 3 8 0 に送られ、制御部 3 8 0 は、ユーザが設定した焦点位置 d に応じて集光レンズ 2 3 0 を制御し、焦点位置を変更する。なお以下では、通常（非拡大）観察時の焦点位置を $d_n = d_{max}$ [mm] とする。

【0032】

ここで、焦点位置とは、集光レンズ 2 3 0 のピントが合う場合における、集光レンズ 2 3 0 と被写体との間を距離を表す。また、通常観察とは、例えば設定可能な焦点位置の範囲において最大距離に焦点位置を設定して被写体を観察することである。

20

【0033】

上述の焦点位置の制御範囲は、接続されるスコープにより異なるものである。上述したように、制御部 3 8 0 は、メモリ 2 5 0 に保持されている各スコープ固有の識別番号を参照することで、接続されているスコープの種類を識別することが可能である。そのため、制御部 3 8 0 は、接続されているスコープの焦点位置の制御範囲 $d_{min} \sim d_{max}$ [mm] や、通常観察時における焦点位置 d_n の情報を取得可能である。

【0034】

制御部 3 8 0 は、焦点位置に関する情報を後述する拡大率算出部 3 4 0 a に出力する。この出力する情報は、上述のユーザが設定した焦点位置 d や、通常観察時における焦点位置 d_n の情報、焦点位置の最小値 d_{min} である。

30

【0035】

画像処理部 3 0 0 は、同時化処理部 3 1 0 と、チャンネル間動きベクトル検出部 3 2 0 と、フレーム間動きベクトル検出部 3 3 0 a と、拡大率算出部 3 4 0 a と、画像抽出部 3 5 0 a と、通常光画像生成部 3 6 0 と、サイズ変換部 3 7 0 と、制御部 3 8 0 を含む。制御部 3 8 0 は、同時化処理部 3 1 0、チャンネル間動きベクトル検出部 3 2 0、フレーム間動きベクトル検出部 3 3 0 a、拡大率算出部 3 4 0 a、画像抽出部 3 5 0 a、通常光画像生成部 3 6 0 及びサイズ変換部 3 7 0 に接続されており、これらの制御を行う。

【0036】

40

同時化処理部 3 1 0 は、撮像素子 2 4 0 a において時系列で取得される R, G, B の各画像より、後述する手法により RGB 画像を生成する。チャンネル間動きベクトル検出部 3 2 0 は、同時化処理部 3 1 0 で生成された RGB 画像の、各画像間における動きベクトルを検出する。このチャンネル間の動きベクトルは、G 画像を基準とした場合における、R 画像の動きベクトルと B 画像の動きベクトルである。

【0037】

フレーム間動きベクトル検出部 3 3 0 a は、図 1 4 を用いて後述するように、フレームメモリ 3 3 1 に記憶された 1 フレーム前の RGB 画像と、同時化処理部 3 1 0 から出力される RGB 画像に基づいて、フレーム間の動きベクトルを検出する。

【0038】

50

拡大率算出部 340 a は、制御部 380 から出力される焦点位置の情報を用いて、拡大率を算出する。ここで、拡大率（撮像倍率）とは、撮像画像における被写体の拡大率であり、例えば被写体上における撮像領域サイズの相対的なサイズ比により表される。すなわち、基準となる撮像領域サイズを 1 倍とする場合に、その 1 / 2 サイズの撮像領域を撮像した画像の拡大率は 2 倍となる。

【0039】

画像抽出部 350 a は、チャンネル間動きベクトル検出部 320 とフレーム間動きベクトル検出部 330 a と拡大率算出部 340 a から出力される情報に基づいて、同時化処理部 310 からの RGB 画像から画像を抽出してブレ補正を行う。そして、画像抽出部 350 a は、抽出した画像を R' G' B' 画像として出力する。また、画像抽出部 350 a は、RGB 画像と R' G' B' 画像との大きさの比率をサイズ変換部 370 に出力する。なお、チャンネル間動きベクトル検出部 320、フレーム間動きベクトル検出部 330 a、拡大率算出部 340 a 及び画像抽出部 350 a の詳細は後述する。

【0040】

通常光画像生成部 360 は、画像抽出部 350 a において抽出された R' G' B' 画像に対して、例えば既知のホワイトバランス処理や色変換処理、階調変換処理を施すことで、通常光画像を生成する。

【0041】

サイズ変換部 370 は、通常光画像生成部 360 で取得された通常光画像を、抽出前の RGB 画像と同じサイズになるようにサイズ変換処理を施し、処理後の画像を表示部 400 に出力する。具体的には、サイズ変換部 370 は、画像抽出部 350 a から出力される、RGB 画像と R' G' B' 画像との大きさの比率に基づいて、拡大・縮小処理を施す。拡大・縮小処理は、例えば既存のバイキュービック補間処理により実現できる。

【0042】

3. 同時化処理部

図 9 に、上述の同時化処理部 310 の詳細な構成例を示す。この同時化処理部 310 は、G 画像記憶部 311 と、R 画像記憶部 312 と、B 画像記憶部 313 と、RGB 画像生成部 314 を含む。そして、G 画像記憶部 311 と R 画像記憶部 312 と B 画像記憶部 313 のそれぞれは、制御部 380 に接続されている。

【0043】

G 画像記憶部 311 は、制御部 380 から出力される識別情報を参照し、光路中にフィルタ F g が挿入されている期間を識別する。具体的には、G 画像記憶部 311 は、識別情報が“1”の場合に、フィルタ F g が挿入されている期間と識別し、その期間中に撮像素子 240 a から出力される信号を G 画像として記憶する。

【0044】

R 画像記憶部 312 は、制御部 380 から出力される識別情報を参照し、光路中にフィルタ F r が挿入されている期間を識別する。具体的には、R 画像記憶部 312 は、識別情報が“2”の場合に、フィルタ F r が挿入されている期間と識別し、その期間中に撮像素子 240 a から出力される信号を R 画像として記憶する。

【0045】

B 画像記憶部 313 は、制御部 380 から出力される識別情報を参照し、光路中にフィルタ F b が挿入されている期間を識別する。具体的には、B 画像記憶部 313 は、識別情報が“3”の場合に、フィルタ F b が挿入されている期間と識別し、その期間中に撮像素子 240 a から出力される信号を B 画像として記憶する。そして、G 画像記憶部 311 と R 画像記憶部 312 と B 画像記憶部 313 のそれぞれは、画像を記憶した後、RGB 画像生成部 314 にトリガ信号を出力する。

【0046】

RGB 画像生成部 314 は、G 画像記憶部 311 と R 画像記憶部 312 と B 画像記憶部 313 のいずれかからトリガ信号が出力された際に、G 画像記憶部 311 と R 画像記憶部 312 と B 画像記憶部 313 に記憶されている全ての画像を読み出し、RGB 画像を生成

10

20

30

40

50

する。RGB画像生成部314は、生成したRGB画像を、チャンネル間動きベクトル検出部320や、フレーム間動きベクトル検出部330a、画像抽出部350aに出力する。

【0047】

4. チャンネル間動きベクトル検出部

次に、チャンネル間動きベクトル検出部320について詳細に説明する。チャンネル間動きベクトル検出部320は、同時化処理部310から出力されるRGB画像に基づいて、G画像を基準とした場合におけるB画像とR画像の動きベクトルを検出する。

【0048】

上述のように、本実施形態ではR、G、Bの各画像が時系列で取得されるため、同時化処理部310において取得されるRGB画像には、色ズレを生じる。そのため、本実施形態では、G画像を基準とした場合のB画像及びR画像の動きベクトルを、ブロックマッチング処理により検出する。そして、検出した動きベクトルに応じて、画像抽出部350aがRGBの画像毎に抽出する画像の座標を制御することで、色ズレの問題を解消することができる。

【0049】

さて、内視鏡画像において、R画像は血管等の構造情報に乏しいことが分かっている。そのため、ブロックマッチング処理によりR画像の動きベクトルを検出することは困難である。そこで本実施形態では、後述するようにB画像の動きベクトルについてはブロックマッチング処理を用いて検出し、R画像の動きベクトルに関しては、B画像の動きベクトルから推定する手法を用いる。

【0050】

図10～図13を用いて、チャンネル間動きベクトル検出部320について詳細に説明する。図10に示すように、時間 $t-3$ ～時間 $t+3$ の各時間において、撮像部200により各画像が取得されるとする。この場合、図15に示すR画像、G画像、B画像が、各時間において同時化処理部310から出力されるRGB画像として出力される。

【0051】

図12に、チャンネル間動きベクトル検出部320の詳細な構成例を示す。このチャンネル間動きベクトル検出部320は、G画像選出部321aと、B画像選出部322と、ゲイン乗算部323aと、ブロックマッチング処理部324aと、動きベクトル補間部325を含む。ブロックマッチング処理部324aは、制御部380に接続されている。

【0052】

G画像選出部321aは、同時化処理部310から出力されるRGB画像よりG画像を選出し、ゲイン乗算部323a及びブロックマッチング処理部324aに出力する。B画像選出部322は、同時化処理部310から出力されるRGB画像よりB画像を選出し、ゲイン乗算部323aに出力する。

【0053】

ゲイン乗算部323aは、B画像の平均信号値が、G画像の平均信号値と等価になるように、B画像の全ての画素に対してゲインを乗じる処理を行う。そして、ゲイン乗算部323aは、ゲインを乗じた後のB画像をブロックマッチング処理部324aに出力する。具体的には、ゲイン乗算部323aは、乗じるゲイン $gain$ の値を下式(1)により算出する。ここで、 G_ave はG画像の画像全体の平均信号値を表し、 B_ave はB画像の画像全体の平均信号値を表す。

【数1】

$$gain = G_ave / B_ave \quad \dots (1)$$

【0054】

ブロックマッチング処理部324aは、まず、ゲイン乗算部323aから出力されるB画像に対して複数の局所領域を設定する。図13に、局所領域の設定例を示す。なお、本実施形態では、画像の座標系として、図13に示す x 、 y 座標系を用いる。 x 、 y 座標は、画像における2軸の直交座標であり、例えば x 座標は水平走査方向の座標であり、 y 座

10

20

30

40

50

標は垂直方向の座標である。ここで、設定する局所領域の大きさや数は、予め一定の値を設定しておくこともできるし、外部 I / F 部 5 0 0 によりユーザが任意の値を設定できる構成としてもよい。

【 0 0 5 5 】

次に、ブロックマッチング処理部 3 2 4 a は、設定された全ての局所領域について、例えば公知のブロックマッチング処理を用いて動きベクトルを算出する。そして、ブロックマッチング処理部 3 2 4 a は、全ての局所領域において算出された動きベクトルの平均値を、B 画像のチャンネル間動きベクトル (V e c _ B x , V e c _ B y) として画像抽出部 3 5 0 a に出力する。

【 0 0 5 6 】

例えば、上記のブロックマッチング処理は、基準画像の任意のブロックに対して、相関が高いブロックの位置を対象画像内で探索する手法により実現できる。この場合、ブロック間の相対的なズレ量が、そのブロックの動きベクトルに対応する。本実施形態においては、B 画像が基準画像であり、G 画像がブロックマッチングの対象画像に相当する。

【 0 0 5 7 】

このブロックマッチングで相関の高いブロックを探索する手法として、例えば二乗誤差 S S D や、絶対誤差 S A D 等を用いればよい。これらの手法では、基準画像におけるブロック領域を I とし、対象画像におけるブロック領域を I ' とし、I と相関が高い I ' の位置を求める。各ブロック領域での画素位置を p I 及び q I ' とし、各画素の信号値を L p , L q とすると、S S D , S A D は、それぞれ下式 (2) , (3) で定義される。そして、これらの値が小さいほど相関が高いと評価する。

【 数 2 】

$$SSD(I, I') = \sum_{p \in I, q \in I'} (Lp - Lq)^2 \quad \dots (2)$$

【 数 3 】

$$SAD(I, I') = \sum_{p \in I, q \in I'} \|Lp - Lq\| \quad \dots (3)$$

【 0 0 5 8 】

ここで、p 及び q はそれぞれ 2 次元の値を持ち、I 及び I ' は 2 次元の領域を持つものとする。p I は、座標 p が領域 I に含まれていることを表す。また “ m ” は実数値 m の絶対値を取得する処理を表すものとする。

【 0 0 5 9 】

動きベクトル補間部 3 2 5 は、ブロックマッチング処理部 3 2 4 a から出力される B 画像のチャンネル間動きベクトル (V e c _ B x , V e c _ B y) に基づいて、R 画像のチャンネル間動きベクトル (V e c _ R x , V e c _ R y) を推定し、画像抽出部 3 5 0 a に出力する。

【 0 0 6 0 】

上述の図 1 0 を用いて、動きベクトル補間部 3 2 5 が行う処理について具体的に説明する。動きベクトル補間部 3 2 5 の処理は、時間によって異なるため、図 1 0 に示す時間 t 及び時間 t + 1、及び時間 t + 2 の時点における処理を例に説明する。

【 0 0 6 1 】

図 1 0 に示すように、まず時間 t において、同時化処理部 3 1 0 から出力される R G B 画像は、R 画像 (R t - 2) B 画像 (B t - 1) G 画像 (G t) の順に取得される。そのため、R 画像のチャンネル間動きベクトル (V e c _ R x , V e c _ R y) を、例えば下式 (4) により推定する。

10

20

30

40

【数 4】

$$\begin{aligned} Vec_Rx &= 2 \times Vec_Bx \\ Vec_Ry &= 2 \times Vec_By \end{aligned} \quad \dots (4)$$

【0062】

次に、時間 $t + 1$ においては、B 画像 (B_{t-1}) G 画像 (G_t) R 画像 (R_{t+1}) の順に画像が取得されるため、R 画像のチャンネル間動きベクトル (Vec_Rx , Vec_Ry) を例えば下式 (5) により推定する。

【数 5】

$$\begin{aligned} Vec_Rx &= Vec_Bx \\ Vec_Ry &= Vec_By \end{aligned} \quad \dots (5)$$

【0063】

次に、時間 $t + 2$ においては、G 画像 (G_t) R 画像 (R_{t+1}) B 画像 (B_{t+2}) の順に画像が取得されるため、R 画像のチャンネル間動きベクトル (Vec_Rx , Vec_Ry) を例えば下式 (6) により推定する。

【数 6】

$$\begin{aligned} Vec_Rx &= (Vec_Bx) / 2 \\ Vec_Ry &= (Vec_By) / 2 \end{aligned} \quad \dots (6)$$

【0064】

そして、チャンネル間動きベクトル検出部 320 は、上記のようにして求めた B 画像のチャンネル間動きベクトル (Vec_Bx , Vec_By) と R 画像のチャンネル間動きベクトル (Vec_Rx , Vec_Ry) を、画像抽出部 350a に出力する。

【0065】

5. フレーム間動きベクトル検出部

次に、図 14 にフレーム間動きベクトル検出部 330a の詳細な構成例を示す。このフレーム間動きベクトル検出部 330a は、G 画像選出部 321b と、フレームメモリ 331 とゲイン乗算部 323b と、ブロックマッチング処理部 324a を含む。ブロックマッチング処理部 324a は制御部 380 に接続されている。

【0066】

このフレーム間動きベクトル検出部 330a は、同時化処理部 310 から出力される RGB 画像のうち、G 画像のフレーム間における動きベクトルを算出する。なお以下では、図 11 に示す時間 t において取得された RGB 画像の G 画像についてのフレーム間動きベクトルを算出する場合を例に説明する。

【0067】

G 画像選出部 321b は、まず、同時化処理部 310 から出力される RGB 画像から、G 画像 G_t を選出する。次に、G 画像選出部 321b は、フレームメモリ 331 に保持されている G 画像を抽出する。フレームメモリ 331 には、後述するように時間 $t - 1$ に取得された G 画像 G_{t-3} が保持されている。そして、G 画像選出部 321b は、 G_t 及び G_{t-3} をゲイン乗算部 323b に出力する。次に、G 画像選出部 321b は、フレームメモリ 331 に保持されている内容をリセットし、 G_t をフレームメモリ 331 に出力する。すなわち、時間 $t + 1$ においては、フレームメモリ 331 に保持されている G_t が 1 フレーム前の画像として扱われる。

【0068】

ゲイン乗算部 323b は、G 画像 G_t の平均信号値が G 画像 G_{t-3} の平均信号値と等価になるように、 G_t の各画素に対し、ゲインを乗じる処理を行う。例えば、そのゲイン

10

20

30

40

50

は、上述の式(1)と同様の手法により算出すればよい。

【0069】

ブロックマッチング処理部324aは、G画像G_tとG画像G_{t-3}とのブロックマッチング処理を行う。なお、このブロックマッチング処理は、チャンネル間動きベクトル検出部320におけるブロックマッチング処理部324aと同様であるため、適宜説明を省略する。このブロックマッチング処理において、G画像G_tが基準画像に対応し、G画像G_{t-3}が対象画像に対応する。そして、ブロックマッチング処理部324aは、求めた動きベクトルを、G画像のフレーム間動きベクトル(Vec_{Gx}, Vec_{Gy})として画像抽出部350aに出力する。なお、図11に示すように、時間t+1、時間t+2においてはG画像が更新されないため、G画像のフレーム間動きベクトルは“ゼロ”となる。

10

【0070】

6. 拡大率算出部

次に、図15を用いて拡大率算出部340aについて詳細に説明する。拡大率算出部340aは、制御部380から出力されるユーザが設定した焦点位置dの情報と、通常観察時における焦点位置d_nの情報とに基づいて拡大率Zを算出し、その拡大率Zを画像抽出部350aに出力する。

【0071】

上述したように、本実施形態で用いられる撮像部200は、焦点位置をd_{min}~d_{max}[mm]の範囲で制御することができる。また、通常観察時における焦点位置d_nは、上述したようにd_n=d_{max}[mm]である。さて図15に示すように、被写体からの距離d_nにおいて撮影した場合に、撮像領域サイズがR_nであるとする。また、撮像部200の画角が焦点位置に依らず一定であるとする。この場合に、例えば焦点位置dをd_n/2[mm]に変更した場合には、通常観察時と比較して、撮像部200の先端部と被写体との距離を1/2とするとピントが合うことになる。このとき、撮像領域サイズRはR_n/2となるため、通常撮影時に対して拡大率は2倍となる。

20

【0072】

すなわち、拡大率Zは、ユーザが設定した焦点位置d及び通常観察時における焦点位置d_nを用いて、下式(7)により算出される。本実施形態では、拡大率Zは1倍~(d_{max}/d_{min})倍の範囲の値となる。

30

【数7】

$$Z = \frac{d_n}{d} \quad \dots (7)$$

【0073】

7. 画像抽出部

次に、図16に画像抽出部350aの詳細な構成例を示す。画像抽出部350aは、領域抽出部351aと、抽出領域制御部352aと、マージン領域算出部353と、動きベクトル積算部354と、動きベクトル記憶部355を含む。そして、マージン領域算出部353と動きベクトル積算部354は、制御部380に接続されている。

40

【0074】

この画像抽出部350aは、チャンネル間動きベクトル検出部320とフレーム間動きベクトル検出部330aと拡大率算出部340aから出力される情報に基づいて、同時化処理部310から出力されるRGB画像から抽出する領域の大きさや座標を決定し、R'G'B'画像を抽出する。抽出したR'G'B'画像は通常光画像生成部360に出力される。

【0075】

具体的には、動きベクトル積算部354は、フレーム間動きベクトル検出部330aから出力されるG画像のフレーム間動きベクトル(Vec_{Gx}, Vec_{Gy})と、動きベクトル記憶部355に保持されている動きベクトルを用いて、動きベクトルの積算値(

50

Sum_Gx , Sum_Gy) と動きベクトルの絶対値の平均値 Ave_Gr を算出する。
 なお、ここではある時間 t における処理を例に説明する。

【 0 0 7 6 】

動きベクトル記憶部 3 5 5 には、初期フレームから時間 $t - 1$ までの G 画像のフレーム間動きベクトルの積算値 (Sum_Gx_M , Sum_Gy_M) と、 G 画像のフレーム間動きベクトルの絶対値の積算値 (Abs_Gx_M , Abs_Gy_M) と、動きベクトルの積算回数 T_M の情報が保持されている。時間 t における動きベクトルの積算値 (Sum_Gx , Sum_Gy) は、下式 (8) により算出される。また、時間 t における動きベクトルの積算回数 T は、下式 (9) により算出される。また、時間 t における動きベクトルの絶対値の平均値 Ave_Gr は、下式 (1 0) により算出される。

10

【 数 8 】

$$\begin{aligned} Sum_Gx &= Sum_Gx_M + Vec_Gx \\ Sum_Gy &= Sum_Gy_M + Vec_Gy \end{aligned} \quad \dots (8)$$

【 数 9 】

$$T = T_M + 1 \quad \dots (9)$$

【 数 1 0 】

$$Ave_Gr = (Abs_Gx + Abs_Gy) / T \quad \dots (10)$$

20

【 0 0 7 7 】

ここで、上式 (1 0) の Abs_Gx , Abs_Gy は、動きベクトルの絶対値の積算値であり、下式 (1 1) を用いて算出する。

【 数 1 1 】

$$\begin{aligned} Abs_Gx &= Abs_Gx_M + \|Vec_Gx\| \\ Abs_Gy &= Abs_Gy_M + \|Vec_Gy\| \end{aligned} \quad \dots (11)$$

【 0 0 7 8 】

30

そして、動きベクトル積算部 3 5 4 は、上式 (8) で算出した動きベクトルの積算値 (Sum_Gx , Sum_Gy) を抽出領域制御部 3 5 2 a に出力し、上式 (1 0) で算出した動きベクトルの絶対値の平均値 Ave_Gr をマージン領域算出部 3 5 3 に出力する。また、動きベクトル積算部 3 5 4 は、動きベクトルの積算値 (Sum_Gx , Sum_Gy) と、上式 (1 1) で算出した動きベクトルの絶対値の積算値 (Abs_Gx , Abs_Gy) と、動きベクトルの積算回数 T を、動きベクトル記憶部 3 5 5 に出力する。なお、出力する際には、動きベクトル記憶部 3 5 5 に予め保持されていた内容をリセットする。

【 0 0 7 9 】

40

マージン領域算出部 3 5 3 は、拡大率算出部 3 4 0 a から出力される拡大率 Z の情報に基づいて、 RGB 画像から $R'G'B'$ 画像を抽出する際のマージン領域の大きさを算出する。具体的には、 x , y の各方向におけるマージン領域の大きさ $Space_X$, $Space_Y$ を、式 (1 2) を用いて算出する。

【 数 1 2 】

$$\begin{aligned} Space_X &= Z \times Space_X_{min} \\ Space_Y &= Z \times Space_Y_{min} \end{aligned} \quad \dots (12)$$

【 0 0 8 0 】

ここで、 $Space_X_{min}$ と $Space_Y_{min}$ は、通常観察時におけるマージ

50

ン領域の大きさである。Space__Xmin及びSpace__Yminは、予め一定の値を設定しておくことも可能であるし、外部I/F部500よりユーザが任意の値を設定する構成としてもよい。

【0081】

このようにして、例えば拡大率 $Z = 10$ の拡大観察時には、拡大率 $Z = 1$ の通常観察時に比べて10倍の大きさのマージン領域が設定される。すなわち、拡大率に比例してマージン領域が設定されることとなり、拡大観察時においてもブレ補正処理を安定的に機能させることが可能である。

【0082】

また、マージン領域算出部353は、動きベクトル積算部354から出力される動きベクトルの絶対値の平均値Ave__Grを参照し、その値が閾値Vmaxよりも大きい場合には、上式(12)により算出されたマージン領域の値を、下式(13)を用いて更新する。

10

【数13】

$$\begin{aligned} Space_X &= Co_{max} \times Space_X \\ Space_Y &= Co_{max} \times Space_Y \end{aligned} \quad \dots (13)$$

【0083】

一方、動きベクトルの絶対値の平均値Ave__Grが、閾値Vminよりも小さい場合には、上式(12)により算出したマージン領域の値を、下式(14)を用いて更新する。

20

【数14】

$$\begin{aligned} Space_X &= Co_{min} \times Space_X \\ Space_Y &= Co_{min} \times Space_Y \end{aligned} \quad \dots (14)$$

【0084】

ここで、 Co_{max} は1より大きな値を持つ任意の実数値であり、 Co_{min} は1より小さい値を持つ任意の実数値である。すなわち、動きベクトルの平均値Ave__Grが閾値Vmaxよりも大きい場合には、上式(13)によりマージン領域がより大きい値に更新される。一方、動きベクトルの平均値Ave__Grが閾値Vminよりも小さい場合には、上式(14)によりマージン領域がより小さい値に更新される。

30

【0085】

なお、閾値Vmax、Vminと係数 Co_{max} 、 Co_{min} は、予め一定の値を設定しておいてもよいし、外部I/F部500よりユーザが任意の値を設定する構成としてもよい。

【0086】

上記の処理によれば、動きベクトルの絶対値の平均値Ave__Grの大きさに応じて、マージン領域を制御することが可能になる。これにより、ブレの大小に応じて適正なブレ補正が可能になる。

40

【0087】

例えば、食道部位においては、心臓の拍動による影響を強く受け、被写体である食道粘膜の位置が大きく変動する特徴がある。このような場合、フレーム間の動きベクトルが大きくなるため、ブレ補正の効果が十分に得られないことが予想される。そこで、上式(13)に示したように、動きベクトルの絶対値の平均値Ave__Grが閾値Vmaxより大きい場合に、マージン領域を大きく設定することで、ブレ補正を安定的に機能させることが可能となる。

【0088】

一方、拡大観察時には、ブレの影響を軽減するために、撮像部200先端にフー

50

ドを取り付け、該フードを被写体と密着させた状態で、観察が行われることがある。この場合、撮像部 200 と被写体の位置関係が固定されるため、ブレの影響は軽減される。このような場合には、動きベクトルの絶対値の平均値 Ave_Gr は小さくなる。従って、上式 (14) に示したようにマージン領域を小さくすることで、表示に利用される領域を大きくすることができる。これにより、より広い領域を撮影した表示画像をユーザに提示することが可能になる。

【0089】

次に、抽出領域制御部 352a は、マージン領域算出部 353 から出力されるマージン領域と、動きベクトル積算部 354 から出力される動きベクトルの積算値と、チャンネル間動きベクトル検出部 320 から出力されるチャンネル間動きベクトルの情報に基づいて、同時化処理部 310 から出力される RGB 画像から R'G'B' 画像を抽出する際の条件を決定する。具体的には、抽出する際の条件として、R'G'B' 画像を抽出する際の始点座標と、R'G'B' 画像の x, y 方向の画素数 imx, imy を決定する。

10

【0090】

抽出領域制御部 352a は、R'G'B' 画像の画素数 imx, imy を、下式 (15) を用いて算出する。ここで、図 17 (A) に示すように、 XW は、撮像部 200 で取得される画像の x 方向における画素数であり、 YH は、撮像部 200 で取得される画像の y 方向における画素数である。

【数 15】

$$\begin{aligned} imx &= XW - 2 \times Space_X \\ imy &= YH - 2 \times Space_Y \end{aligned} \quad \dots (15)$$

20

【0091】

また抽出領域制御部 352a は、始点座標を、下式 (16) を用いて算出する。本実施形態においては、R'G'B' の各画像で始点座標が異なるため、下式 (16) に示したように、R'G'B' の各画像について始点座標が算出される。ここで、図 17 (B) に示すように、 $R's_x, R's_y$ は、撮像部 200 により取得される画像における R' 画像の始点座標である。また、 $G's_x, G's_y$ は G' 画像の始点座標であり、 $B's_x, B's_y$ は B' 画像の始点座標である。

30

【数 16】

$$\left. \begin{aligned} R's_x &= Space_X - Sum_Gx - Vec_Rx \\ R's_y &= Space_Y - Sum_Gy - Vec_Ry \\ \\ G's_x &= Space_X - Sum_Gx \\ G's_y &= Space_Y - Sum_Gy \\ \\ B's_x &= Space_X - Sum_Gx - Vec_Bx \\ B's_y &= Space_Y - Sum_Gy - Vec_By \end{aligned} \right\} \quad \dots (16)$$

40

【0092】

また、抽出領域制御部 352a は、上式 (16) で算出した始点座標に対し、下式 (17) に示すクリップ処理を行う。これは、図 18 の A5 に示すように、抽出領域が撮像画像からはみ出て画像を抽出できない場合に、始点座標をシフトさせる処理に相当する。すなわち、A6 に示すように、クリップ処理後の抽出領域は、撮像画像内の領域となる。なお、このクリップ処理は G' 画像や B' 画像についても同様であるため説明を省略する。

【数 17】

$$\left. \begin{array}{ll} R's_x = & 0 \quad \text{if}(R's_x < 0) \\ & XW - imx \quad \text{else if}(R's_x > XW - imx) \\ & R's_x \quad \text{else} \\ \\ R's_y = & 0 \quad \text{if}(R's_y < 0) \\ & YH - imy \quad \text{else if}(R's_y > YH - imy) \\ & R's_y \quad \text{else} \end{array} \right\} \dots (17)$$

10

【0093】

そして、抽出領域制御部 352a は、クリップ処理後の始点座標と、R'G'B'画像の画素数を、領域抽出部 351a に出力する。また、抽出領域制御部 352a は、RGB画像の画素数と R'G'B'画像の画素数の比率 $zoom_x$, $zoom_y$ を、サイズ変換部 370 に出力する。この比率 $zoom_x$, $zoom_y$ は、下式 (18) を用いて算出する。

【数 18】

$$\begin{aligned} zoom_x &= XW / imx \\ zoom_y &= YH / imy \end{aligned} \dots (18)$$

20

【0094】

領域抽出部 351a は、抽出領域制御部 352a から出力される始点座標と R'G'B'画像の画素数の情報を用いて、RGB画像より R'G'B'画像を抽出し、その R'G'B'画像を通常光画像生成部 360 に出力する。

【0095】

以上の処理を行うことで、焦点位置を変更する光学系を用いた拡大観察時において、安定的にブレを補正することが可能となる。これにより、拡大観察時において、ブレ補正できずに注目領域が視野から外れることを抑制し、注目領域を見失う課題を改善できる。

30

【0096】

なお、本実施形態では、上述のブレ補正処理の“ON/OFF”を、外部 I/F 部 500 により切り替えてもよい。すなわち、外部 I/F 部 500 において、ブレ補正機能が“OFF”に設定された場合、その情報が制御部 380 に送られる。このとき制御部 380 は、ブレ補正処理が“OFF”に設定されたことを示すトリガ信号を、動きベクトル積算部 354 とマージン領域算出部 353 に出力する。なお、このトリガ信号は、ブレ補正処理が“OFF”に設定されている期間中は常に出力し続けるものとする。

【0097】

そして、動きベクトル積算部 354 は、“OFF”のトリガ信号が出力された場合、動きベクトル記憶部 355 に保持されている動きベクトル及び積算回数の情報を全て“0”にセットする。また、“OFF”のトリガ信号が出力されている期間中において、動きベクトル積算部 354 から出力される、動きベクトルの積算値 (Sum_Gx , Sum_Gy) と動きベクトルの絶対値の平均値 Ave_Gr の情報は“ゼロ”にセットされる。また、上式 (9) に示した積算回数のカウントも行われな。また、“OFF”のトリガ信号が出力された場合、マージン領域算出部 353 から出力されるマージン領域 $Space_X$, $Space_Y$ は“ゼロ”にセットされる。

40

【0098】

さて上述のように、内視鏡診断における拡大観察では、拡大率に比例してブレが大きくなる傾向にあるため、拡大率が大きくなるほどブレ補正が困難になるという課題がある。

50

また、ブレを補正できないと観察対象を見失う可能性が高くなり、観察対象を見失うと再び低倍率から倍率を上げる作業を繰り返す負担が生じてしまう。

【0099】

この点、本実施形態によれば、図5に示すように、拡大観察が可能な撮像部200により取得された画像を処理する画像処理装置（画像処理部300）であって、動き情報取得部（チャンネル間動きベクトル検出部320、フレーム間動きベクトル検出部330a）と、撮像倍率算出部（拡大率算出部340a）と、画像抽出部350aを含む。

【0100】

そして、動き情報取得部は、被写体に対する撮像部200の相対的な動きを表す情報である動き情報を取得する。撮像倍率算出部は、撮像部200の撮像倍率 Z （拡大率）を算出する。画像抽出部350aは、撮像部200により取得された撮像画像から特定領域における画像を抽出画像として抽出する。図17（B）で上述のように、画像抽出部350aは、撮像画像における特定領域の位置（ $R's_x$, $R's_y$ 等）を、動き情報に基づいて設定する。また図17（A）で上述のように、画像抽出部350aは、撮像画像から特定領域を除く領域の大きさであるマージン領域の大きさ $Space_X$, $Space_Y$ を、撮像倍率 Z に基づいて設定する。

【0101】

このようにすれば、拡大率に応じてマージン領域が設定されることで、撮像画像における特定領域の位置を設定する際のマージンを拡大率に応じて変えることができる。これにより、拡大観察においてブレに対する追従性を向上させ、ブレ補正を安定的に機能させることが可能になる。そして、ブレ補正の追従性が向上することで、観察対象を見失う可能性を軽減できる。

【0102】

ここで、動き情報とは、異なるタイミング間における被写体と撮像部200との相対的な動きを表す情報であり、例えば相対的な位置や移動距離、速度、動きベクトル等を表す情報である。本実施形態では、例えばG画像の撮影タイミングとB画像の撮影タイミングの間における動き情報として、そのG画像とB画像の間のチャンネル間動きベクトルが取得される。なお本実施形態では、このような画像から求めた動き情報に限定されず、モーションセンサ等を用いてセンシングした移動距離や速度等の動き情報を用いてもよい。

【0103】

また本実施形態では、上式（12）で上述のように、画像抽出部350aは、マージン領域の大きさ $Space_X$, $Space_Y$ を撮像倍率 Z に比例した大きさに設定する。より具体的には、画像抽出部350aは、マージン領域の大きさ $Space_X$, $Space_Y$ を、マージン領域の大きさの基準となる基準サイズ $Space_X_{min}$, $Space_Y_{min}$ に対して撮像倍率 Z を乗じたサイズに設定する。

【0104】

このようにすれば、拡大率が大きくなるほどマージン領域を大きいサイズに設定できるため、拡大率が大きくなるほど大きなブレに追従できる。これにより、図4等で上述したマージン領域サイズが一定の比較例と比べて、拡大観察においてより大きなブレを補正できる。

【0105】

なお、本実施形態では、マージン領域の大きさ $Space_X$, $Space_Y$ が撮像倍率 Z にリニアに比例する場合を例に説明したが、本実施形態はこれに限定されない。例えば、本実施形態では、撮像倍率 Z が増加するに従ってマージン領域の大きさ $Space_X$, $Space_Y$ が非リニアに増加してもよい。

【0106】

また本実施形態では、上式（13）、（14）で上述したように、画像抽出部350aは、基準サイズ $Space_X_{min}$, $Space_Y_{min}$ に対して撮像倍率 Z を乗じたサイズに設定されたマージン領域の大きさ $Space_X$, $Space_Y$ を、動き情報に基づいて更新する。ここで、更新とは、変数の値を新しい値に再設定することであり

、例えば図 16 に示すマージン領域算出部 353 が図示しない記憶部を含み、その記憶部におけるマージン領域の大きさの記憶領域に記憶された値を上書きすることである。

【0107】

このようにすれば、被写体と撮像部 200 との相対的な動きに応じてマージン領域の大きさ $Space_X$, $Space_Y$ を調整できる。これにより、ブレ量が増加した場合にマージン領域を増加させてブレ補正の追従性を向上することが可能になる。

【0108】

具体的には、本実施形態では、画像抽出部 350a は、所定期間（例えば上式（9）に示す積算回数 T に対応する期間）における動き情報の平均値 Ave_Gr に基づいてマージン領域の大きさ $Space_X$, $Space_Y$ を更新する。

10

【0109】

より具体的には、画像抽出部 350a は、動き情報の平均値 Ave_Gr が第 1 の閾値 V_{max} より大きい場合には、マージン領域の大きさを、撮像倍率 Z に基づいて設定された大きさより大きいサイズ $Com_{ax} \times Space_X$, $Com_{ax} \times Space_Y$ に更新する。一方、動き情報の平均値 Ave_Gr が第 2 の閾値 V_{min} より小さい場合には、マージン領域の大きさを、撮像倍率 Z に基づいて設定された大きさより小さいサイズ $Com_{in} \times Space_X$, $Com_{in} \times Space_Y$ に更新する。

【0110】

このようにすれば、ブレ量に応じてマージン領域の大きさを調整できる。すなわち、ブレ量が閾値より大きい場合にマージン領域のサイズを大きくすることで、補正可能なブレ量を増加できる。一方、ブレ量が閾値より小さい場合にマージン領域のサイズの小さくすることで、表示領域を拡大してユーザに提示する情報量を増やすことができる。

20

【0111】

また本実施形態では、動き情報は、撮像画像における被写体の動きを表す動きベクトル Vec_Gx , Vec_Gy である。そして、上式（10）、（11）で上述のように、画像抽出部 350a は、所定期間における動きベクトルの絶対値の平均値 Ave_Gr に基づいてマージン領域の大きさ $Space_X$, $Space_Y$ を更新する。

【0112】

このように動きベクトルの絶対値を用いることで、動きベクトルの大きさをブレ量とし、そのブレ量の大小に応じてマージン領域サイズを設定できる。

30

【0113】

また本実施形態では、図 18 で上述のように、画像抽出部 350a は、特定領域の少なくとも一部が撮像画像の外側に出たと判定した場合に、その特定領域を撮像画像内に再設定する。より具体的には、画像抽出部 350a は、動きベクトルの大きさがマージン領域の大きさを超えた場合に、特定領域の位置をマージン領域内に再設定する。例えば $R's_x$ を例にすると、上式（17）に示すように、 $R's_x < 0$ となり領域左端がはみ出る場合には、 $R's_x = 0$ に設定する。一方、 $R's_x > 2 \times Space_X (= XW - imx)$ となり領域右端がはみ出る場合には、 $R's_x = 2 \times Space_X$ に設定する。

【0114】

このようにすれば、抽出する領域が撮像画像外にはみ出た場合にクリップ処理を行うことができる。すなわち、ブレ補正できないブレ量となった場合であっても表示画像を抽出可能な位置に特定領域を設定し、画像表示を行うことができる。

40

【0115】

また本実施形態の画像処理装置は、図 5 に示すように、撮像部 200（集光レンズ 230）の焦点位置情報を取得する焦点位置情報取得部（制御部 380）を含む。図 15 で上述のように、撮像倍率 Z は、撮像部 200 と被写体との距離が変更されることで変更される。この場合に、撮像倍率算出部は、焦点位置情報に基づいて撮像倍率 Z を算出する。具体的には、撮像倍率算出部は、基準焦点位置 d_n と、焦点位置情報が表す焦点位置 d との比 d_n / d に基づいて撮像倍率 Z を算出する。

50

【0116】

このようにすれば、撮像部200先端を被写体に接近させることで被写体を拡大観察するタイプの内視鏡装置において、撮像部200の焦点位置情報からその撮像倍率 Z を求めることができる。

【0117】

また本実施形態では、図10や図11で上述したように、動き情報取得部は、異なる時間($t-1$, t , $t+1$, ...)において取得された少なくとも2つの撮像画像に基づいて、その撮像画像における被写体の動きを表す動きベクトル(フレーム間動きベクトル、チャンネル間動きベクトル)を取得する。

【0118】

具体的には、撮像部200は撮像画像として、第1～第3色信号の画像(R画像、G画像、B画像)を時系列に順次取得する。そして、動き情報取得部は、その第1～第3色信号の画像の間での被写体の動きを表す動きベクトルをチャンネル間動きベクトル(例えばVec_Bx, Vec_By)として取得する。画像抽出部350aは、そのチャンネル間動きベクトルに基づいて、第1～第3色信号の画像から抽出画像を抽出する。

【0119】

このようにすれば、撮像部200と被写体の間の相対的な動き情報として、撮像画像間の動きベクトルを用いてブレ補正を行うことができる。また、面順次方式の内視鏡装置において、チャンネル間のブレを補正して面順次による色ズレを抑制できる。

【0120】

また本実施形態の画像処理装置は、図5に示すように、抽出画像の画像サイズが撮像倍率に応じて変化する場合に、その抽出画像の画像サイズを、表示部400に表示可能な所定の画像サイズ(所定の画素数。例えば撮像画像と同じサイズ)に変換するサイズ変換部370を含む。具体的には、撮像部200は、撮像画像として一連の動画画像を取得し、サイズ変換部370は、その一連の動画画像から抽出された一連の抽出画像を同一の画像サイズに変換する。

【0121】

このようにすれば、拡大率に応じてサイズが変動する抽出画像を一定の画像サイズに変換できるため、拡大率に依らず一定の画像サイズの表示画像を表示できる。

【0122】

8. 内視鏡装置の第2の構成例

図19に、撮像部200の視野角に基づいて拡大率を算出する場合の構成例として、内視鏡装置の第2の構成例を示す。この内視鏡装置は、光源部100と、撮像部200と、画像処理部300と、表示部400と、外部I/F部500を含む。なお以下では、図5等で上述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。

【0123】

光源部100は、白色光を発生する白色光源110と、その白色色をライトガイドファイバ210に集光するためのレンズ130を含む。

【0124】

撮像部200は、ライトガイドファイバ210と、照明レンズ220と、集光レンズ270と、撮像素子240bと、メモリ250を含む。撮像素子240bは、ベイヤ配列の色フィルタ r , g , b を持つ撮像素子である。図20に示すように、 r フィルタは580～700nmの光を透過させる分光特性を有し、 g フィルタは480～600nmの光を透過させる分光特性を有し、 b フィルタは400～500nmの光を透過させる分光特性を有する。

【0125】

集光レンズ270は、画角を可変制御することが可能であり、例えば画角を $\min \sim \max [^\circ]$ の範囲で制御できる。例えば、通常観察時の画角は $n = \max [^\circ]$ である。この画角は、外部I/F部500よりユーザが任意の値を設定できる。そして、

10

20

30

40

50

外部 I / F 部 5 0 0 によりユーザが設定した画角 θ の情報は、制御部 3 8 0 に送られ、制御部 3 8 0 は、その画角情報に応じて集光レンズ 2 7 0 を制御して画角を変更する。

【 0 1 2 6 】

なお、この画角の制御範囲 $\min \sim \max [^\circ]$ は、接続されるスコープにより異なる。上述したように制御部 3 8 0 は、メモリ 2 5 0 に保持されている各スコープ固有の識別番号を参照することで、接続されているスコープの種類を識別し、画角の制御範囲 $\min \sim \max [^\circ]$ と通常観察時における画角 $\theta [^\circ]$ の情報を取得可能である。

【 0 1 2 7 】

制御部 3 8 0 は、拡大率に関する情報を、後述する拡大率算出部 3 4 0 b に出力する。この情報は、ユーザが設定した画角 θ の情報や、通常観察時における画角 θ の情報、画角の最小値 \min の情報である。

10

【 0 1 2 8 】

画像処理部 3 0 0 は、補間処理部 3 9 0 と、フレーム間動きベクトル検出部 3 3 0 a と、拡大率算出部 3 4 0 b と、画像抽出部 3 5 0 b と、通常光画像生成部 3 6 0 と、サイズ変換部 3 7 0 と、制御部 3 8 0 を含む。そして、補間処理部 3 9 0、フレーム間動きベクトル検出部 3 3 0 a、拡大率算出部 3 4 0 b、画像抽出部 3 5 0 b、通常光画像生成部 3 6 0、サイズ変換部 3 7 0 は、それぞれ制御部 3 8 0 に接続されている。なお、フレーム間動きベクトル検出部 3 3 0 a、通常光画像生成部 3 6 0、サイズ変換部 3 7 0 の処理は、図 5 等で説明した処理と同様であるため、説明を省略する。

20

【 0 1 2 9 】

補間処理部 3 9 0 は、撮像素子 2 4 0 b で取得されるベイヤー画像に対し、補間処理を施すことで RGB 画像を生成する。例えば、補間処理として、公知のバイキュービック補間処理を用いればよい。そして、補間処理部 3 9 0 は、生成した RGB 画像を、画像抽出部 3 5 0 b 及びフレーム間動きベクトル検出部 3 3 0 a に出力する。

【 0 1 3 0 】

拡大率算出部 3 4 0 b は、制御部 3 8 0 から出力される、ユーザが設定した画角 θ の情報と通常観察時の画角 θ_n の情報を用いて拡大率 Z' を算出し、その拡大率 Z' を画像抽出部 3 5 0 b に出力する。具体的には、図 2 1 に示すように、被写体から撮像部 2 0 0 までの距離が同一の場合に、画角 θ_n での撮像領域サイズと画角 θ での撮像領域サイズの比が拡大率 Z' となる。すなわち、拡大率 Z' は、下式 (1 9) により算出される。本実施形態では、拡大率 Z' の範囲は、1 倍 $\sim \{ \tan (\theta_n / 2) / \tan (\min / 2) \}$ 倍となる。

30

【 数 1 9 】

$$Z' = \frac{\tan(\theta_n/2)}{\tan(\theta/2)} \quad \dots (19)$$

【 0 1 3 1 】

画像抽出部 3 5 0 b は、フレーム間動きベクトル検出部 3 3 0 a と拡大率算出部 3 4 0 b から出力される情報に基づいて、補間処理部 3 9 0 から出力される RGB 画像から特定の領域 (抽出領域) における画像を R ' G ' B ' 画像として抽出する。

40

【 0 1 3 2 】

図 2 2 に、画像抽出部 3 5 0 b の詳細な構成例を示す。この画像抽出部 3 5 0 b は、領域抽出部 3 5 1 b と、抽出領域制御部 3 5 2 b と、マージン領域算出部 3 5 3 と、動きベクトル積算部 3 5 4 と、動きベクトル記憶部 3 5 5 を含む。マージン領域算出部 3 5 3 と動きベクトル積算部 3 5 4 は、制御部 3 8 0 に接続されている。なお、マージン領域算出部 3 5 3 と動きベクトル積算部 3 5 4 と動きベクトル記憶部 3 5 5 の処理は、図 1 6 等で上述した処理と同一であるため、説明を省略する。

【 0 1 3 3 】

抽出領域制御部 3 5 2 b は、マージン領域 $Space_X$, $Space_Y$ と、動きベ

50

クトルの積算値 (Sum_Gx , Sum_Gy) の情報に基づいて、RGB 画像から R' 、 G' 、 B' 画像を抽出する際の始点座標と画素数 imx , imy を決定する。 R' 、 G' 、 B' 画像の画素数 imx , imy は、図 16 等で上述の手法と同様に上式 (15) を用いて算出する。

【 0 1 3 4 】

始点座標は、下式 (20) を用いて算出する。本実施形態では RGB の各画像が同時に取得されるため、上述のような色ズレの問題は発生しない。従って、本実施形態では R' 、 G' 、 B' の画像毎に始点座標を算出する必要はなく、算出される始点座標は 1 種類のみ ($I's_x$, $I's_y$) である。

【 数 2 0 】

$$\begin{aligned} I's_x &= Space_X - Sum_Gx \\ I's_y &= Space_Y - Sum_Gy \end{aligned} \quad \dots (20)$$

【 0 1 3 5 】

なお、クリップ処理は、上式 (17) と同様の手法により、上式 (20) で算出した始点座標 ($I's_x$, $I's_y$) に対して行われる。また、抽出領域制御部 352b は、上式 (18) と同様の手法により RGB 画像の画素数と R' 、 G' 、 B' 画像の画素数の比率 $zoom_x$, $zoom_y$ を算出し、その比率 $zoom_x$, $zoom_y$ をサイズ変換部 370 に出力する。

【 0 1 3 6 】

以上の処理を行うことで、画角を変更する光学系を用いた拡大観察時においても、安定的にブレを補正することが可能となる。さらに、拡大観察時において、注目領域を見失う課題も改善することが可能である。また、本実施形態では、RGB の各画像が同時に取得される。これにより、図 5 等で上述した色ズレの問題を考慮する必要がないため、処理を簡素化できる。また、チャンネル間動きベクトルを算出する必要がないため、フレームメモリを少なくできる。

【 0 1 3 7 】

上記の実施形態によれば、図 19 に示すように、撮像部 200 の画角情報を取得する画角情報取得部 (制御部 380) を含む。そして、撮像倍率算出部 (拡大率算出部 340b) は、その画角情報に基づいて撮像倍率 Z' を算出する。より具体的には、図 21 で上述のように、撮像倍率算出部は、基準画角を n とし、画角情報が表す画角を θ とする場合に、 $\tan (\theta / 2)$ と $\tan (n / 2)$ との比に基づいて撮像倍率 Z' を算出する。

【 0 1 3 8 】

このようにすれば、撮像部 200 のズーム機能 (例えば光学ズーム) により被写体を拡大観察可能な内視鏡装置において、撮影時の画角情報から撮像部 200 の撮像倍率 Z' を求めることができる。

【 0 1 3 9 】

9 . 内視鏡装置の第 3 の構成例

図 23 に、位置センサからの情報と動きベクトルに基づいて拡大率を算出する場合の構成例として、内視鏡装置の第 3 の構成例を示す。この内視鏡装置は、光源部 100 と、撮像部 200 と、画像処理部 300 と、表示部 400 と、外部 I / F 部 500 を含む。なお以下では、図 5 等で上述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。

【 0 1 4 0 】

撮像部 200 は、ライトガイドファイバ 210 と、照明レンズ 220 と、集光レンズ 290 と、撮像素子 240b と、メモリ 250 と、位置センサ 280 を含む。なお、撮像素子 240b とメモリ 250 は、図 19 等で説明した構成要素と同一である。

【 0 1 4 1 】

位置センサ 280 は、撮像部先端の移動量を検出するためのセンサである。例えば、位

10

20

30

40

50

置センサ 280 は、3 方向の並進移動量をセンシングする加速度センサで構成され、被写体表面に対して並進する撮像部先端の移動量を入力する。例えば、移動量は、撮像部先端の移動距離や、動きベクトルである。そして、位置センサ 280 は、制御部 380 に接続されており、位置センサ 280 で検出された移動量に関する情報が制御部 380 に出力される。なお、本実施形態では、位置センサ 280 が 3 軸のジャイロセンサを含み、移動量として撮像部先端の回転角度を入力してもよい。

【0142】

画像処理部 300 は、補間処理部 390 と、フレーム間動きベクトル検出部 330b と、拡大率算出部 340c と、画像抽出部 350b と、通常光画像生成部 360 と、サイズ変換部 370 と、制御部 380 を含む。なお、画像抽出部 350b や、通常光画像生成部 360、サイズ変換部 370、補間処理部 390 の処理は、図 19 等で上述した処理と同様であるため説明を省略する。

10

【0143】

図 24 に、フレーム間動きベクトル検出部 330b の詳細な構成例を示す。このフレーム間動きベクトル検出部 330b は、G 画像選出部 321b と、フレームメモリ 331 と、ゲイン乗算部 323b と、ブロックマッチング処理部 324b を含む。ブロックマッチング処理部 324b 以外の処理は、図 5 等で上述の処理と同様である。

【0144】

ブロックマッチング処理部 324b は、図 13 等で上述の手法と同様にして、全ての局所領域の動きベクトルを検出し、その局所領域の動きベクトルの平均値を画像抽出部 350b に出力する。また、ブロックマッチング処理部 324b は、全ての局所領域座標と動きベクトルの情報を、拡大率算出部 340c に出力する。例えば、局所領域座標は、各局所領域の中心座標とすればよい。

20

【0145】

次に拡大率算出部 340c について説明する。内視鏡診断の拡大観察では、スコープを被写体である生体に近接させることで拡大率を上げる手法が一般的である。この場合、撮像部 200 の先端と、被写体との間の距離が分かれば拡大率を算出することが可能である。

【0146】

そこで、拡大率算出部 340c は、制御部 380 から出力される撮像部 200 先端の移動量（例えば動きベクトル）と、フレーム間動きベクトル検出部 330b から出力される局所領域座標とその局所領域の動きベクトルの情報に基づいて、撮像部 200 の先端と被写体との間の平均距離を推定し、拡大率を算出する。

30

【0147】

図 25 に、拡大率算出部 340c の詳細な構成例を示す。この拡大率算出部 340c は、平均距離推定部 341 と、拡大率推定部 342 と、拡大率記憶部 343 を含む。

【0148】

平均距離推定部 341 は、制御部 380 から出力される撮像部 200 先端の移動量と、フレーム間動きベクトル検出部 330b から出力される局所領域座標とその局所領域の動きベクトルの情報に基づいて、撮像部 200 の先端と被写体との間の平均距離を推定する。以下では、ある時間 t において、平均距離を算出する場合を例に説明する。

40

【0149】

フレーム間動きベクトル検出部 330b からは、時間 t と時間 t の 1 フレーム前の時間 $t - 1$ において取得された画像より算出した動きベクトルと局所領域座標が出力される。また、制御部 380 からは、時間 t と時間 $t - 1$ の間における撮像部 200 先端の移動量が出力される。具体的には、移動量として、図 26 に示すように X 、 Y の 2 軸の移動量が出力される。

【0150】

さて、制御部 380 から出力される移動量の情報を (TX, TY) とする。 (TX, TY) は、時間 $t - 1$ から時間 t までの撮像部 200 先端の移動量である。この移動量によ

50

り、各時間（時間 t 、時間 $t - 1$ ）における撮像部 200 先端の相対的な位置関係が定まる。また、時間 t 及び時間 $t - 1$ で取得された各画像間の動きベクトルが取得される。

【0151】

このように、各時間における撮像部 200 先端の相対的な位置関係と、各時間において取得された画像の対応関係が求まっているため、公知の三角測量の原理を用いて、撮像部 200 の先端と被写体との平均距離 $diff_val$ を推定することが可能である。

【0152】

図 27 (A)、図 27 (B) を用いて、平均距離 $diff_val$ の推定について詳細に説明する。なお、簡単のため $TY = 0$ である場合を例に説明する。また、焦点位置に依らず画角は一定であり、撮像部 200 先端と被写体との距離により拡大率が変化するものとする。

【0153】

図 27 (A) に示すように、時間 $t - 1$ において、被写体上の点 PT が画像上の対応点 PT' に写っているとする。図 27 (B) の E1 に示すように、時間 $t - 1$ から t までの間に画像上において対応点 PT' が距離 TX' だけ移動したとする。撮像部 200 の画角は既知であるから、画像上の距離 TX' から E2 に示す角度 θ が求まる。そうすると、E3 に示すように、被写体上の距離 TX を底辺とする直角三角形が定まり、撮像部 200 先端から被写体までの距離 $diff_val$ が求まる。

【0154】

なお、制御部 380 から出力される移動量の情報が $(TX, TY) = (0, 0)$ の場合には、撮像部 200 の先端と被写体との平均距離 $diff_val$ を推定できない。この場合には、平均距離を推定できないことを示すトリガ信号を、拡大率推定部 342 に出力する。

【0155】

拡大率推定部 342 は、平均距離推定部 341 の出力する情報により、処理が異なる。すなわち、平均距離推定部 341 から平均距離 $diff_val$ が出力されている場合には、拡大率推定部 442 は、下式 (21) を用いて拡大率 Z'' を推定する。

【数 21】

$$Z'' = \frac{diff_val}{diff_org} \quad \dots (21)$$

【0156】

なお、距離 $diff_org$ は、通常観察時における撮像部 200 の先端と被写体間の平均的な距離である。例えば、 $diff_org$ は、通常観察時における焦点位置 d_n としてもよいし、外部 I/F 部 500 よりユーザが任意の値を設定してもよい。

【0157】

そして、拡大率推定部 342 は、上式 (21) を用いて算出した拡大率 Z'' を、画像抽出部 350c と拡大率記憶部 343 に出力する。拡大率記憶部 343 には、1 フレーム前の時点における拡大率 Z'' が保持されることになる。

【0158】

一方、平均距離推定部 341 よりトリガ信号が出力されている場合、拡大率推定部 342 は、拡大率記憶部 343 に保持されている内容を拡大率 Z'' として、画像抽出部 350c に出力する。

【0159】

以上の処理を行うことで、焦点位置を変更する光学系を用いた拡大観察時において、第 1 の実施形態で示したような焦点位置の検出手段がない場合においても、安定的にブレを補正することが可能となる。さらに、拡大観察時において、注目領域を見失う問題も改善することが可能である。

【0160】

上記の実施形態によれば、図 23 に示すように、撮像部 200 の移動量情報を取得する

10

20

30

40

50

移動量情報取得部（位置センサ 280 からの移動量情報を取得する制御部 380）を含む。そして、撮像倍率算出部（拡大率算出部 340c）は、その移動量情報と動き情報に基づいて撮像倍率 Z'' を算出する。より具体的には、図 27（B）で上述のように、撮像倍率算出部は、動き情報（距離 TX' ）と移動量情報（距離 TX ）に基づいて撮像部 200 と被写体との距離 d_{iff_val} を算出し、その距離 d_{iff_val} と基準距離 d_{iff_org} との比に基づいて撮像倍率 Z'' を算出する。

【0161】

このようにすれば、撮像部 200 先端を被写体に接近させることで被写体を拡大観察するタイプの内視鏡装置において、モーションセンサによりセンシングした撮像部 200 の移動量から撮像部 200 の撮像倍率 Z'' を求めることができる。

10

【0162】

10. ソフトウェア

上記の本実施形態では、画像処理部 300 を構成する各部をハードウェアで構成することとしたが、これに限定されるものではない。例えば、CPU が各部の処理を行う構成とし、CPU がプログラムを実行することによってソフトウェアとして実現することとしてもよい。あるいは、各部が行う処理の一部をソフトウェアで構成することとしてもよい。なお、本実施形態では、リアルタイムに撮影された動画のブレ補正だけでなく、カプセル内視鏡等の撮像装置を用いて予め取得された画像に対してソフトウェア処理を行ってもよい。

【0163】

撮像部を別体とし、画像処理部 300 の各部が行う処理をソフトウェアとして実現する場合には、ワークステーションやパソコン等の公知のコンピュータシステムを画像処理装置として用いることができる。そして、画像処理部 300 の各部が行う処理を実現するためのプログラム（画像処理プログラム）を予め用意し、この画像処理プログラムをコンピュータシステムの CPU が実行することによって実現できる。

20

【0164】

図 28 は、本変形例におけるコンピュータシステム 600 の構成を示すシステム構成図であり、図 29 は、このコンピュータシステム 600 における本体部 610 の構成を示すブロック図である。図 28 に示すように、コンピュータシステム 600 は、本体部 610 と、本体部 610 からの指示によって表示画面 621 に画像等の情報を表示するためのディスプレイ 620 と、このコンピュータシステム 600 に種々の情報を入力するためのキーボード 630 と、ディスプレイ 620 の表示画面 621 上の任意の位置を指定するためのマウス 640 とを備える。

30

【0165】

また、このコンピュータシステム 600 における本体部 610 は、図 29 に示すように、CPU 611 と、RAM 612 と、ROM 613 と、ハードディスクドライブ（HDD）614 と、CD-ROM 660 を受け入れる CD-ROM ドライブ 615 と、USB メモリ 670 を着脱可能に接続する USB ポート 616 と、ディスプレイ 620、キーボード 630 およびマウス 640 を接続する I/O インターフェース 617 と、ローカルエリアネットワークまたは広域エリアネットワーク（LAN/WAN）N1 に接続するための LAN インターフェース 618 を備える。

40

【0166】

さらに、このコンピュータシステム 600 には、インターネット等の公衆回線 N3 に接続するためのモデム 650 が接続されるとともに、LAN インターフェース 618 およびローカルエリアネットワークまたは広域エリアネットワーク N1 を介して、他のコンピュータシステムであるパソコン（PC）681、サーバ 682、プリンタ 683 等が接続される。

【0167】

そして、このコンピュータシステム 600 は、所定の記録媒体に記録された画像処理プログラム（例えば図 30）を参照して、後述する処理手順を実現するための画像処理プロ

50

グラムを読み出して実行することで画像処理装置を実現する。ここで、所定の記録媒体とは、CD-ROM 660 や USB メモリ 670 の他、MO ディスクや DVD ディスク、フレキシブルディスク (FD)、光磁気ディスク、IC カード等を含む「可搬用の物理媒体」、コンピュータシステム 600 の内外に備えられる HDD 614 や RAM 612、ROM 613 等の「固定用の物理媒体」、モデム 650 を介して接続される公衆回線 N3 や、他のコンピュータシステム (PC) 681 またはサーバ 682 が接続されるローカルエリアネットワークまたは広域エリアネットワーク N1 等のように、プログラムの送信に際して短期にプログラムを記憶する「通信媒体」等、コンピュータシステム 600 によって読み取り可能な画像処理プログラムを記録するあらゆる記録媒体を含む。

【0168】

10

すなわち、画像処理プログラムは、「可搬用の物理媒体」「固定用の物理媒体」「通信媒体」等の記録媒体にコンピュータ読み取り可能に記録されるものであり、コンピュータシステム 600 は、このような記録媒体から画像処理プログラムを読み出して実行することで画像処理装置を実現する。なお、画像処理プログラムは、コンピュータシステム 600 によって実行されることに限定されるものではなく、他のコンピュータシステム (PC) 681 またはサーバ 682 が画像処理プログラムを実行する場合や、これらが協働して画像処理プログラムを実行するような場合にも、本発明を同様に適用することができる。

【0169】

各部が行う処理の一部をソフトウェアで構成する場合の一例として、撮像部により取得された画像に対して、画像処理部 300 の処理をソフトウェアで実現する場合の処理手順を、図 30 のフローチャートを用いて説明する。

20

【0170】

図 30 に示すように、この処理が開始されると、時系列に撮影された R 画像、G 画像、B 画像を取得する (ステップ S1)。次に、それらの画像に対して同時化処理を行い (ステップ S2)、同時化処理後の画像からチャンネル間動きベクトルを検出する (ステップ S3)。次に、フレーム間動きベクトルを検出し (ステップ S4)、拡大率を算出する (ステップ S5)。次に、チャンネル間動きベクトルとフレーム間動きベクトルと拡大率からマージン領域のサイズと抽出領域の始点座標を算出し (ステップ S6)、R'G'B' 画像を抽出する (ステップ S7)。次に、抽出した R'G'B' 画像から通常光画像を生成し (ステップ S8)、その通常光画像に対してサイズ変換処理を行い、処理後の画像を表示部に表示する制御を行い (ステップ S9)、処理を終了する。

30

【0171】

また本実施形態は、本実施形態の各部 (チャンネル間動きベクトル検出部、フレーム間動きベクトル検出部、拡大率算出部、画像抽出部等) を実現するプログラムコードが記録されたコンピュータプログラムプロダクトにも適用できる。

【0172】

例えば、コンピュータプログラムプロダクトは、プログラムコードが記録された情報記憶媒体 (DVD 等の光ディスク媒体、ハードディスク媒体、メモリ媒体等)、プログラムコードが記録されたコンピュータ、プログラムコードが記録されたインターネットシステム (例えば、サーバとクライアント端末を含むシステム) 等、プログラムコードが組み込まれた情報記憶媒体、装置、機器或いはシステム等である。この場合に、本実施形態の各構成要素や各処理プロセスは各モジュールにより実装され、これらの実装されたモジュールにより構成されるプログラムコードは、コンピュータプログラムプロダクトに記録される。

40

【0173】

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

50

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。

【0174】

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（撮像倍率、移動量、抽出領域等）と共に記載された用語（拡大率、並進移動量、特定領域等）は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。

【符号の説明】

【0175】

100 光源部、110 白色光源、120 回転フィルタ、120a モータ、
 130 レンズ、200 撮像部、210 ライトガイドファイバ、
 220 照明レンズ、230 集光レンズ、240a, 240b 撮像素子、
 250 メモリ、270 集光レンズ、280 位置センサ、290 集光レンズ、
 300 画像処理部、310 同時化処理部、311~313 画像記憶部、
 314 画像生成部、320 チャネル間動きベクトル検出部、
 321a, 321b G画像選出部、322 B画像選出部、
 323a, 323b ゲイン乗算部、
 324a, 324b ブロックマッチング処理部、325 動きベクトル補間部、
 330a, 330b フレーム間動きベクトル検出部、331 フレームメモリ、
 340a, 340b, 340c 拡大率算出部、341 平均距離推定部、
 342 拡大率推定部、343 拡大率記憶部、
 350a, 350b, 350c 画像抽出部、351a, 351b 領域抽出部、
 352a, 352b 抽出領域制御部、353 マージン領域算出部、
 354 動きベクトル積算部、355 動きベクトル記憶部、
 360 通常光画像生成部、370 サイズ変換部、380 制御部、
 390 補間処理部、400 表示部、442 拡大率推定部、
 500 外部I/F部、600 コンピュータシステム、610 本体部、
 611 CPU、612 RAM、613 ROM、614 HDD、
 615 CD-ROMドライブ、616 USBポート、
 617 I/Oインターフェース、618 LANインターフェース、
 620 ディスプレイ、621 表示画面、630 キーボード、640 マウス、
 650 モデム、660 CD-ROM、670 USBメモリ、681 PC、
 682 サーバ、683 プリンタ、
 Ave__Gr 動きベクトルの絶対値の平均値、Comax, Comin 係数、
 Fr, Fg, Fb 色フィルタ、Gt G画像、N1 広域エリアネットワーク、
 N3 公衆回線、Q1, Q2 変位量、R, Rn 撮像領域サイズ、
 Space__X, Space__Y マージン領域の大きさ、
 Space__Xmin, Space__Ymin 基準サイズ、
 T 積算回数、TX 移動量、Vec__Gx, Vec__Gy フレーム間動きベクトル、
 Vmax 第1の閾値、Vmin 第2の閾値、Z, Z', Z'' 拡大率、
 d 焦点位置、diff__org 基準距離、diff__val 平均距離、
 dmin~dmax 焦点位置の設定範囲、dn 基準焦点位置、
 r, g, b 撮像素子の色フィルタ、t 時間、zoom__x, zoom__y 比率、
 画角、min-max 画角の設定範囲、n 基準画角

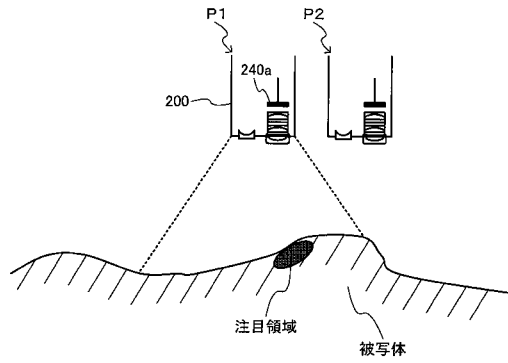
10

20

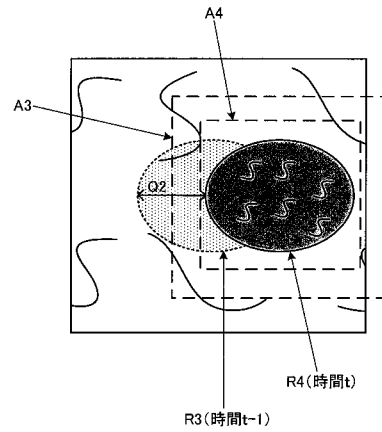
30

40

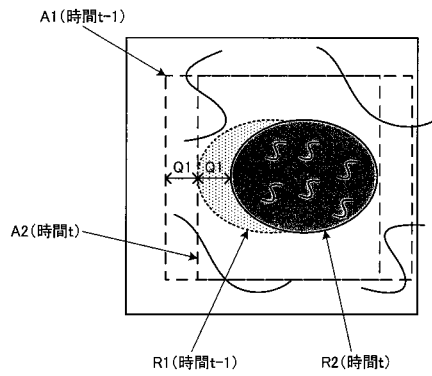
【図 2】



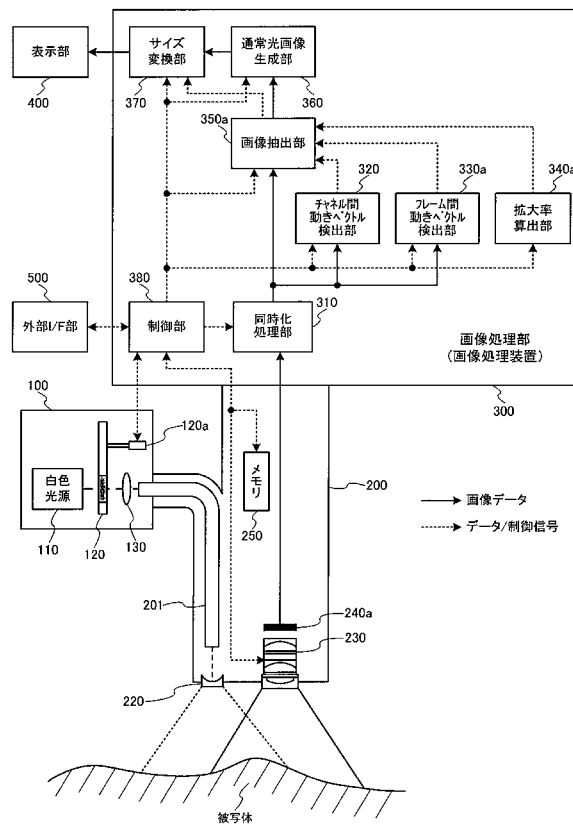
【図 4】



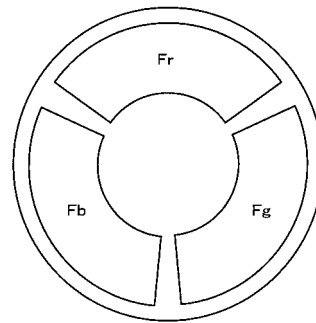
【図 3】



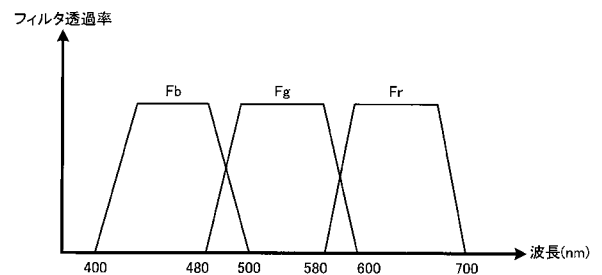
【図 5】



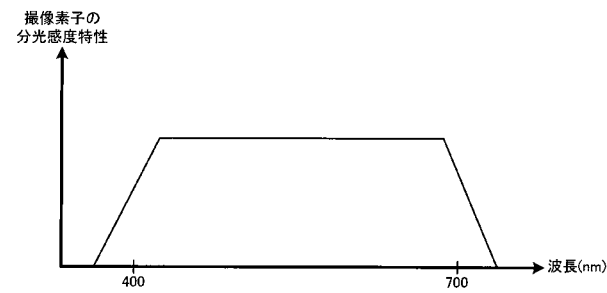
【図 6】



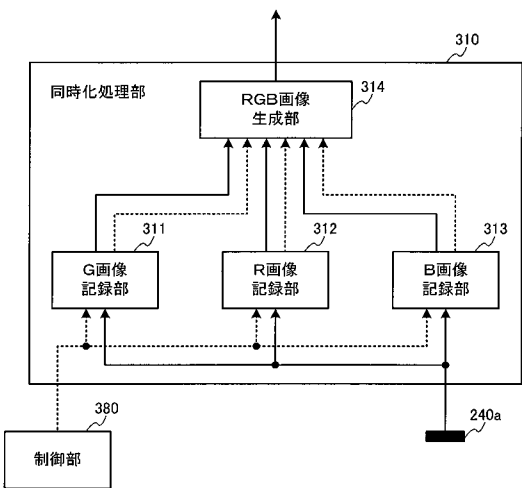
【図 7】



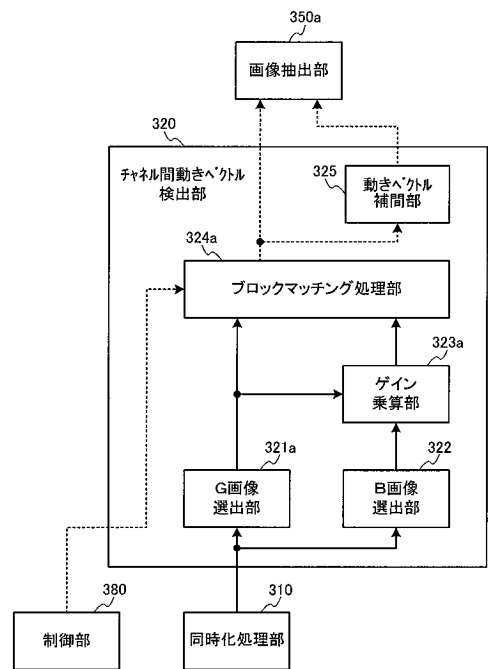
【図 8】



【図 9】



【図 1 2】



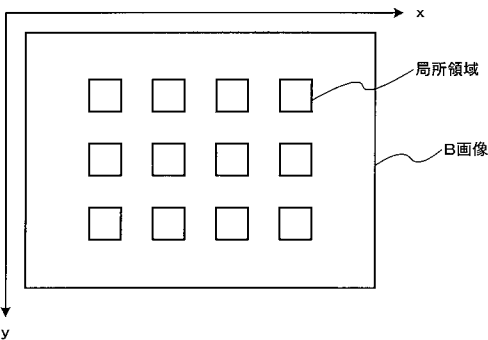
【図 1 0】

時刻	t-3	t-2	t-1	t	t+1	t+2	t+3
光路中に挿入される色フィルタ	Fg	Fr	Fb	Fg	Fr	Fb	Fg
撮像部240aで取得される画像	Gt-3	Rt-2	Bt-1	Gt	Rt+1	Bt+2	Gt+3

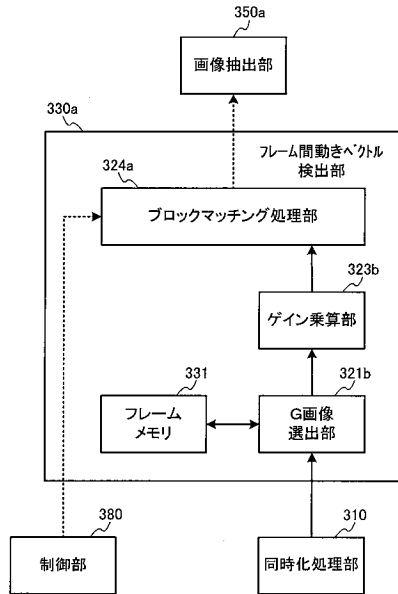
【図 1 1】

各時刻において、同時化処理部310から出力されるRGB画像			
時刻	R画像	G画像	B画像
t-1	Rt-2	Gt-3	Bt-1
t	Rt-2	Gt	Bt-1
t+1	Rt+1	Gt	Bt-1
t+2	Rt+1	Gt	Bt+2
t+3	Rt+1	Gt+3	Bt+2

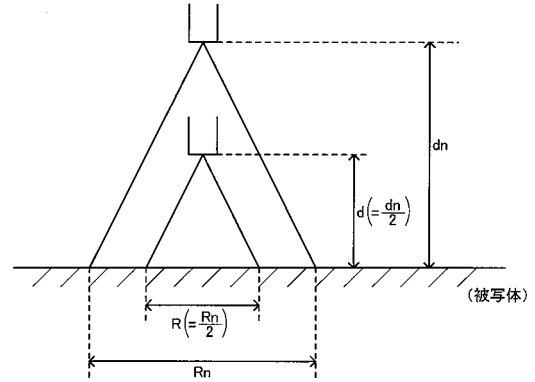
【図 1 3】



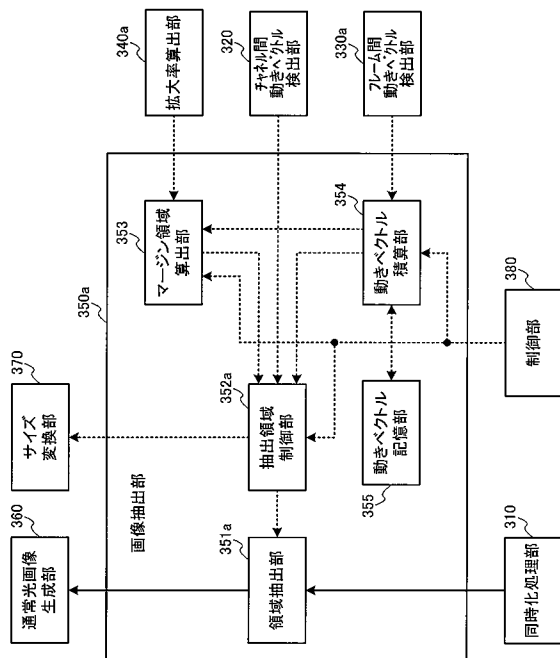
【 図 1 4 】



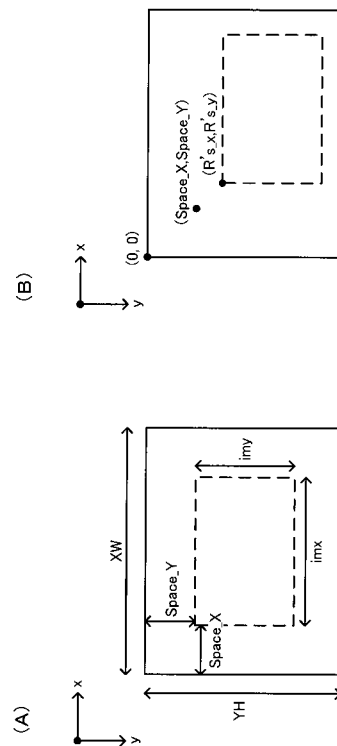
【 図 1 5 】



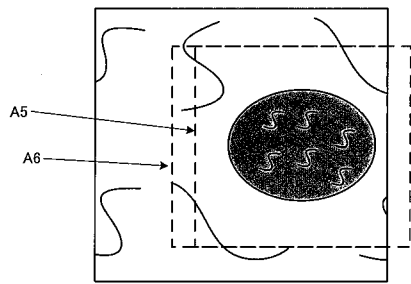
【 図 1 6 】



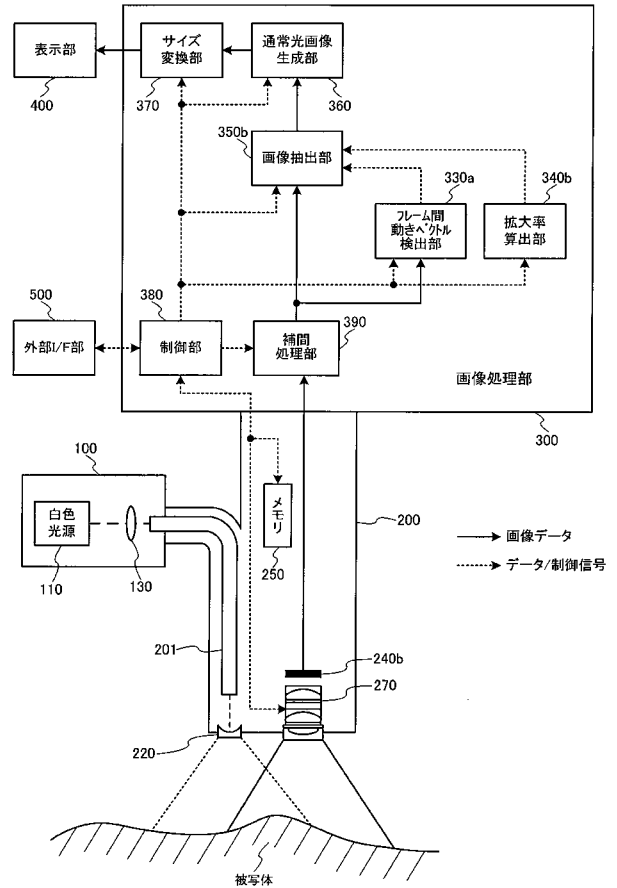
【 図 1 7 】



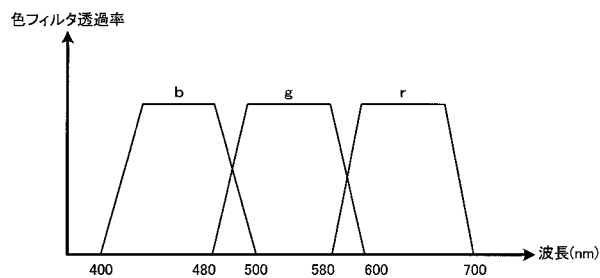
【図 18】



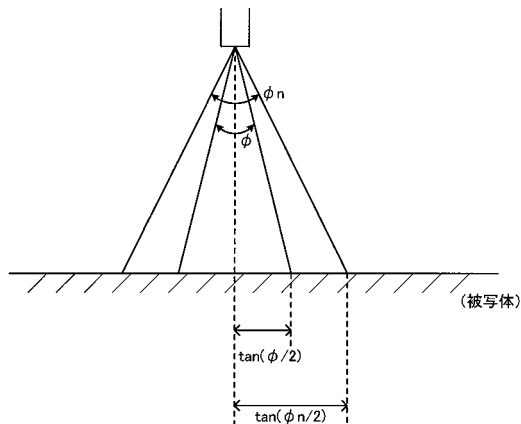
【図 19】



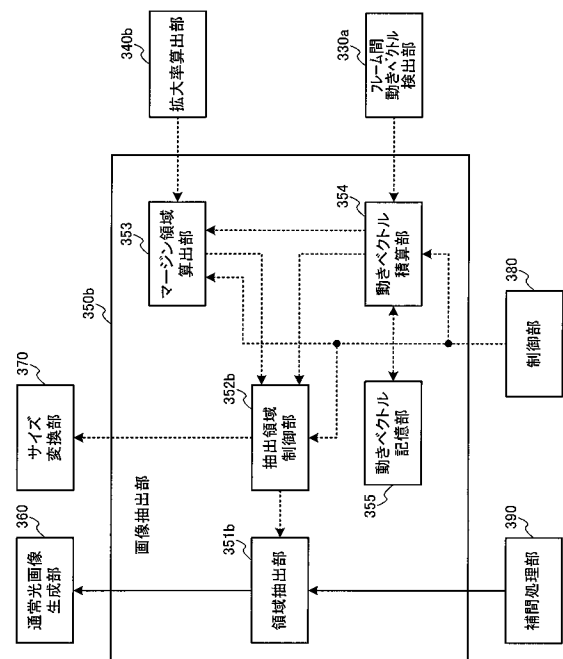
【図 20】



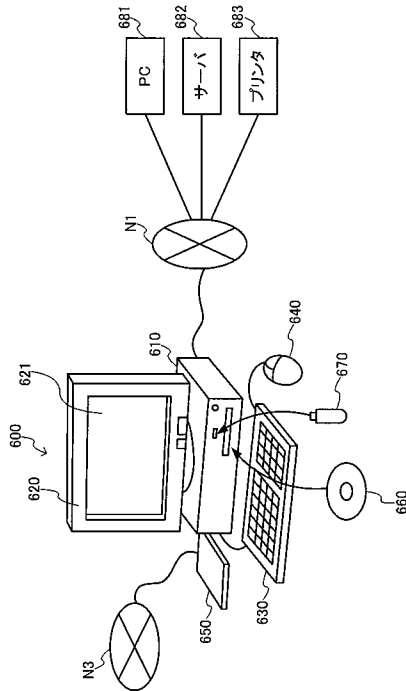
【図 21】



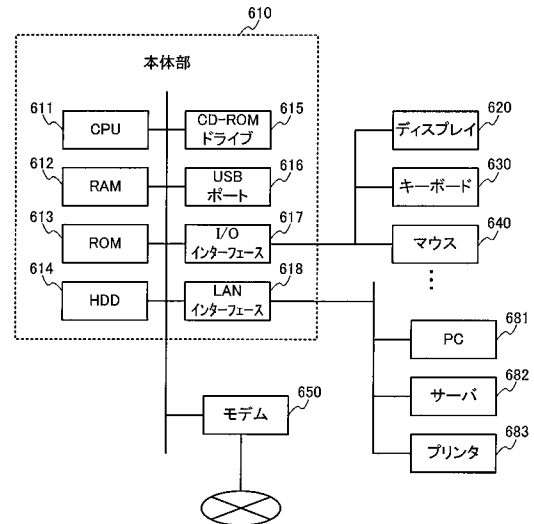
【図 22】



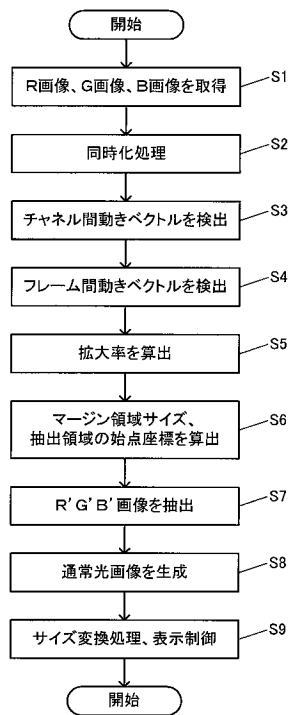
【図 28】



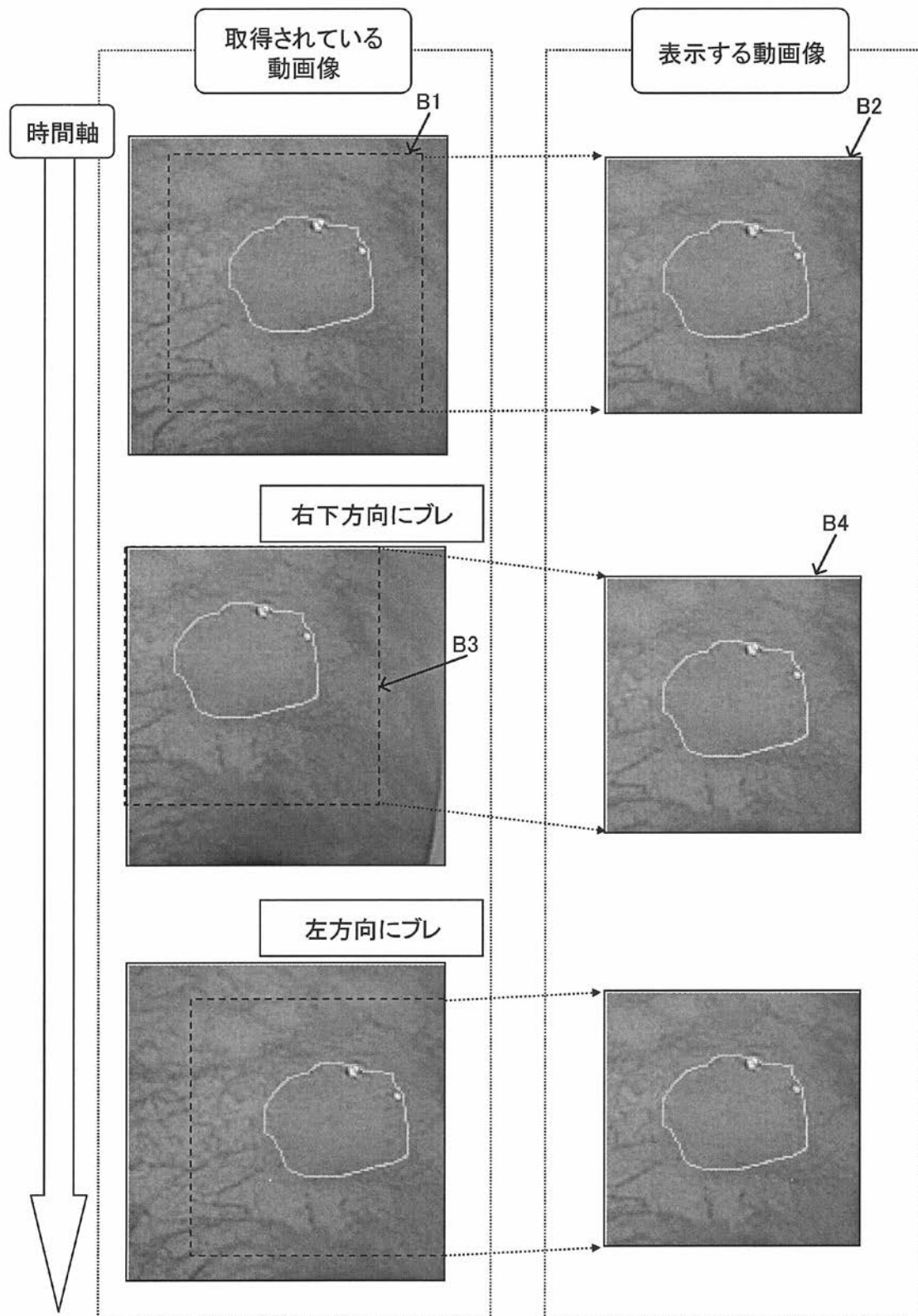
【図 29】



【図 30】



【図 1】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4C161 CC06 DD03 LL02 MM03 TT09 WW03

专利名称(译)	图像处理设备，内窥镜设备，图像处理程序和图像处理方法		
公开(公告)号	JP2012055498A	公开(公告)日	2012-03-22
申请号	JP2010201634	申请日	2010-09-09
[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	高橋順平		
发明人	高橋 順平		
IPC分类号	A61B1/04 G02B23/24 G02B23/26		
CPC分类号	A61B1/05 A61B1/00009 A61B1/00186 G02B23/2469 G02B23/2476 H04N5/145		
FI分类号	A61B1/04.370 G02B23/24.B G02B23/26.C G02B23/24.A A61B1/00.553 A61B1/04 A61B1/045.613 A61B1/045.615 A61B1/045.618		
F-TERM分类号	2H040/BA03 2H040/GA02 2H040/GA06 2H040/GA11 4C061/CC06 4C061/DD03 4C061/LL02 4C061/MM03 4C061/TT09 4C061/WW03 4C161/CC06 4C161/DD03 4C161/LL02 4C161/MM03 4C161/TT09 4C161/WW03		
代理人(译)	黑田靖 井上 一		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供可以执行与放大率相对应的模糊校正的图像处理装置，内窥镜装置，图像处理程序和图像处理方法。解决方案：图像处理装置处理由成像单元200获取的图像能够放大观察。该图像处理装置包括：运动信息获取单元320,330a，其获取运动信息，该运动信息是表示成像单元200相对于成像对象的相对运动的信息；成像倍率计算单元340a，其计算成像单元200的成像倍率；图像提取单元350a从由成像单元200获取的捕获图像中提取特定区域中的图像作为提取图像。图像提取单元350a基于捕获图像设置特定区域的位置。除了运动信息之外，还基于成像倍率和运动信息设置边缘区域的大小，边缘区域的大小是除了特定区域之外的捕获图像的区域的大小。

