

(11) 特許出願公開番号

特開2017-103697

(P2017-103697A)

(43) 公開日 平成29年6月8日(2017.6.8)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

HO4N 5/232 (2006.01)

H04N 5/232

$$Z$$

2H059

HO4N 5/225 (2006.01)

HO4N 5/225

$$\mathbb{Z}$$

5 C 1 2 2

G O 3 B 37/00 (2006.01)

G O 3 B 37/00

A

G03B 15/00 (2006.01)

G O 3 B 15/00

W

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2015-237264 (P2015-237264)

(22) 出願日 平成27年12月4日 (2015.12.4)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100110412

弁理士 藤元 亮輔

(74) 代理人 100104628

弁理士 水本 敦也

(74) 代理人 100121614

弁理士 平山 倫也

(72) 発明者 石橋 亨

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 牛

ヤノン株式会社内

F ターム (参考) 2H059 BA11

5C122 EA12 FA03 FA08 FH04 FH12

FH16 FH19 HA78 HA81 HB01

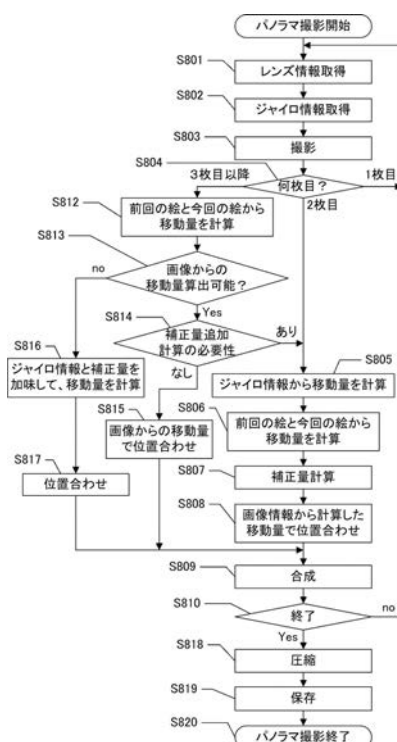
(54) 【発明の名称】 画像処理装置、撮像装置、画像処理方法およびプログラム

(57) 【要約】

【課題】高精度にパノラマ画像を生成すること

【解決手段】複数の画像を合成することによってパノラマ画像を生成する撮像装置１００を提供する。映像信号処理回路１１６は、複数の画像の共通領域に基づいて、画像の第１の移動量を算出する移動量算出回路１１６ｃと、第１の移動量と、撮像装置の位置情報に基づいて算出された画像の第２の移動量と、の差分情報と第２の移動量に基づいて、複数の画像を位置合わせする位置合わせ回路１１６ｄと、を有する。

【選択図】 図 8



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の画像を合成することによってパノラマ画像を生成する画像処理装置であって、
前記複数の画像の共通領域に基づいて、前記画像の第 1 の移動量の情報を取得する第 1 の取得手段と、

前記第 1 の移動量と、前記複数の画像を撮像した撮像装置の位置情報に基づいて取得された前記画像の第 2 の移動量と、の差分情報と前記第 2 の移動量の情報に基づいて、前記複数の画像を位置合わせする位置合わせ手段と、
を有することを特徴する画像処理装置。

【請求項 2】

10

前記位置合わせ手段は、

前記第 1 の取得手段が前記第 1 の移動量の情報を取得できる場合は、前記第 1 の移動量の情報に基づいて前記複数の画像を位置合わせし、

前記第 1 の取得手段が前記第 1 の移動量の情報を取得できない場合には、前記差分情報と前記第 2 の移動量の情報に基づいて、前記複数の画像を位置合わせすることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記第 1 の取得手段は、前記画像の特徴点が 2 枚の画像間でどのくらい移動したかを探索することによって前記第 1 の移動量の情報を取得し、探索範囲は前記撮像装置の前記位置情報に基づいて決定されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の画像処理装置。

20

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のうちいずれか 1 項に記載の画像処理装置を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 5】

前記差分情報を取得する第 2 の取得手段を有することを特徴とする請求項 4 に記載の撮像装置。

【請求項 6】

画像を逐次表示するライブビューを行うことができ、

前記第 2 の取得手段は、前記ライブビューの状態において、前記差分情報を取得することを特徴とする請求項 5 に記載の撮像装置。

30

【請求項 7】

前記第 2 の取得手段は、前記差分情報を、前記パノラマ画像を生成する際に、複数回取得し、複数の差分情報の中から、前記位置合わせ手段に使用される差分情報を選択することを特徴とする請求項 5 又は 6 のうちいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 8】

前記第 2 の取得手段は、前記複数の差分情報の夫々を取得したときの前記撮像装置の状態を表す情報を、各差分情報に対応づけて記憶させ、前記撮像装置の状態を表す情報に基づいて前記位置合わせ手段に使用される差分情報を選択することを特徴とする請求項 7 に記載の撮像装置。

【請求項 9】

40

前記第 2 の取得手段は、前記撮像装置の速度の情報に基づいて前記差分情報を選択することを特徴とする請求項 8 に記載の撮像装置。

【請求項 10】

前記第 2 の取得手段は、前記撮像装置の光学特性の情報に基づいて前記差分情報を選択することを特徴とする請求項 8 に記載の撮像装置。

【請求項 11】

前記光学特性は、被写体までの距離、前記被写体の光学像を形成する撮像光学系におけるフォーカスレンズの位置、前記撮像光学系の焦点距離のうち少なくとも 1 つであることを特徴とする請求項 10 に記載の撮像装置。

【請求項 12】

50

前記第 2 の取得手段が前記差分情報を取得していない画像を記憶する記憶手段を有し、
前記第 2 の取得手段が前記差分情報を取得できた場合、前記記憶手段に記憶された前記
画像に対する前記差分情報を取得することを特徴とする請求項 5 乃至 11 のうちいずれか
1 項に記載の撮像装置。

【請求項 13】

前記パノラマ画像の生成に冗長であるかどうかを判定し、冗長であると判定された画像
を前記記憶手段に記憶しない制御手段を有することを特徴とする請求項 12 に記載の撮像
装置。

【請求項 14】

複数の画像を合成することによってパノラマ画像を生成する画像処理方法であって、
前記複数の画像の共通領域に基づいて、前記画像の第 1 の移動量の情報を取得するステ
ップと、

前記第 1 の移動量と、前記複数の画像を撮像した撮像装置の位置情報に基づいて取得さ
れた前記画像の第 2 の移動量と、の差分情報と前記第 2 の移動量の情報に基づいて、前記
複数の画像を位置合わせするステップと、
を有することを特徴する画像処理方法。

【請求項 15】

コンピュータに請求項 14 に記載の画像処理方法を実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、撮像装置、画像処理方法およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 は、撮影方向を順次変化させながら撮影範囲の一部を撮像し、撮像画像の一
部の領域が重複するように順次重ね合わせるによりパノラマ画像を生成する方法を提
案している。特許文献 2 は、ジャイロなどの位置情報取得手段を設け、その情報を共通領
域の探索にフィードバックすることで、高精度に位置合わせを行う方法を提案している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2005 - 328497 号公報

【特許文献 2】特表 2014 - 519739 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、位置情報取得手段によって取得した情報から算出した画像の移動量と、
実際の撮像画像から検出した画像の移動量とは必ずしも一致しない。例えば、ジャイロは
温度によってオフセット値が異なる。オフセット値とは、ジャイロが静置されていても出
力される値であり、オフセット値が変化すると誤検出の要因となる。また、パノラマ撮影
では、ノードルポイントを中心にカメラを回転（スイング）させながら撮影するのが理想
だが、実際には、カメラには回転に加えてシフトの動きが加わり、誤差の要因となる。ジ
ャイロ情報から移動量を算出する場合にはレンズの画角がパラメータの 1 つである。レン
ズにワイドコンバージョンレンズのような画角が変わるフィルタを取り付けたり、水中撮
影したりすると、正確な画角が取得できなくなりジャイロ情報から移動量が算出できなく
なる。このように種々の要因によりジャイロ情報からの位置合わせには誤差が発生し易い
。

【0005】

本発明は、高精度にパノラマ画像を生成することが可能な画像処理装置、撮像装置、画
像処理方法およびプログラムを提供することを例示的な目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の画像処理装置は、複数の画像を合成することによってパノラマ画像を生成する画像処理装置であって、前記複数の画像の共通領域に基づいて、前記画像の第1の移動量の情報を取得する第1の取得手段と、前記第1の移動量と、前記複数の画像を撮像した撮像装置の位置情報に基づいて算出された前記画像の第2の移動量と、の差分情報と前記第2の移動量の情報に基づいて、前記複数の画像を位置合わせする位置合わせ手段と、を有することを特徴する。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、高精度にパノラマ画像を生成することが可能な画像処理装置、撮像装置、画像処理方法およびプログラムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の撮像装置のブロック図である。（実施例1、2、3）

【図2】パノラマ撮影とパノラマ画像の生成を説明するための図である。

【図3】画像から移動量を算出した結果を示す図である。

【図4】パノラマ撮影を行う際の概念図である。

【図5】パノラマ撮影の被写体例を示す図である。

【図6】通常の撮影動作を説明するフローチャートである。

【図7】パノラマ撮影（画像処理方法）におけるデータフローダイアグラムである。（実施例1、2、3）

【図8】本発明のパノラマ撮影（画像処理方法）のフローチャートである。（実施例1、2、3）

【発明を実施するための形態】

【0009】

図2（a）は、パノラマ撮影を行う際の移動を示す図である。パノラマ撮影は、撮像装置100を、ユーザが手動で（または不図示の自動雲台等を自動で）移動させながら、連続撮影（連写）を行なうことで実施する。

【0010】

図2（b）は、各画像を合成する際の概念図である。撮影された複数の画像が被写体の一部が重複して含まれるように撮影を行なう。（後述する移動量算出回路116cは）各画像の共通領域の特徴点を抽出し、その特徴点がどのくらい動いたかを表す移動ベクトルを検出する。移動ベクトルから、例えば、アフィン変換係数を取得し、特徴点が一致するように2枚の画像を重ね合わせることで、共通領域以外の部分が拡張された画像を取得し、これを複数回繰り返すことで1枚での撮影よりも広範囲のパノラマ画像を生成する。撮像装置、専用の画像処理装置、画像処理方法（プログラム）がインストールされたコンピュータが、複数の画像を合成することによってパノラマ画像を生成することができる。

【0011】

撮影角度を変えて撮影された画像を位置合わせする場合、接合部での画像のずれを減ずるために、架空の円筒に撮影された画像を投影する円筒変換を行なうことが好ましい。

【0012】

移動ベクトルの検出は、画像の特徴点を抽出し、その特徴点が2枚の画像間でどのくらい移動したかを探索（計算）することで行う。特徴点の抽出には、既知の方法を適用することができる。例えば、円筒変換を行った2枚の画像の輝度情報のみを抽出し、1乃至数ピクセルずらして元の画像から減算してその絶対値を算出する方法や、輝度情報のみを抽出した画像にハイパスフィルタをかけた画像を元の輝度情報画像から減算する方法等でエッジを抽出する。複数枚のエッジ画像をずらした状態で減算し、差分が少なくなる位置を計算することによって移動量を算出することができる。

【0013】

10

20

30

40

50

複数の特徴点の抽出が必要となるため、画像を複数のブロックに分割する。ブロック分割は画像のピクセル数やアスペクト比にもよるが、一般的に、(4×3=)12乃至96×64ブロックが好ましい。ブロック数が少ないと撮像装置のあおりによる台形や光軸方向の回転などの補正が正確にできないが、ブロック数が大きすぎると1ブロックのサイズが小さくなり、特徴点が近くなるため誤差を含むようになる。画素数や特徴点の見つけ易さ、被写体の画角などによってブロック数を選択する。

【0014】

位置合わせ方法としては、回転や平行移動が可能なユークリッド変換、それらが可能なアフィン変換、さらに台形補正が可能な射影変換などがあげられるが、平行移動のできない線形変換は使用できない。

【0015】

X軸、Y軸への移動や回転の場合はユークリッド変換で可能であるが、実際にカメラで撮影する場合の手ブレは前後方向やパン・チルト方向の手振れなどもあり、一般的には拡大、スキューなども補正可能なアフィン変換が用いられる。アフィン変換によって、基準となる特徴点の座標x, yが座標x', y'に移動する場合、以下の式で表わされる。

【0016】

【数1】

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

【0017】

この3×3行列をアフィン係数と呼ぶ。アフィン変換では、最低3か所の特徴点のずれが検出できればアフィン係数を算出可能である。但し、特徴点が近い距離にしか見つからない場合や、直線状になる場合はその特徴点よりも遠い個所の変換が正確でなくなることから、互いに遠くて直線状にない特徴点を選択することが好ましい。一方、複数の特徴点

が検出された場合は、互いに近い特徴点を省いて残りを最小二乗法で正規化を行う。

【0018】

このように位置合わせを行なった2枚の画像を合成するが、境界が目立たないように合成比率を変えながら合成することが好ましい。

【0019】

一方、特徴点が抽出できない場合、あるいは誤検出してしまう場合もある。例えば、上述したエッジを抽出する場合は、雲などエッジが少ない被写体や、夜景の暗部などがあげられる。誤検出する例としては縞模様や高層ビルなど人工的な建物など似たようなパターンの繰り返しのシーンなどがあげられる。また、水面や電車など撮影のたびに形状、位置

が変わるようなシーンでも誤検出が起こり易い。

【0020】

このような場合は、撮像装置あるいは撮像装置に着脱可能なレンズ装置に内蔵されたジャイロ等の位置検出手段(姿勢検出手段)の情報を用いる。例えば、撮像装置に取り付けられた撮像光学系の焦点距離がf[mm]、前回の撮影と今回の撮影の間にヨー方向にr[°]回転され、撮像素子の画素ピッチがp[μm]だとする。このとき、以下の数式2により、d[ピクセル]移動されたかが近似可能である。説明の簡略化のため、レンズの歪曲などの影響を加味していないが、歪曲具合やその他の誤差を考慮することが好ましい。

$$d[\text{Pixel}] = \tan(r[^\circ] \div 180 \times \pi) \times f[\text{mm}] \times 1000 \div p[\mu\text{m}] \quad (2)$$

図3は、ある画像の各ブロックの移動量を計算した例を示すグラフである。グラフの横軸は、ヨー方向の移動量[pix]、縦軸はピッチ方向の移動量[pix]である。上述したように、移動量を、画像を複数分割したブロック単位で検出する。図3は、ヨー方向に800[pix]移動したと算出されたブロック群と、ヨー方向は動かずピッチ方向に-40~-60[pix]移動したと算出されたブロック群を示している。画像からの移動量算出では、どちらのブロック群が正しい移動量なのかが判断できない。

【0021】

仮にジャイロの出力から数式2の計算に基づいて、移動量を計算するとヨー方向に800[pix]ずれたことがわかれば、ピッチ方向のずれの群は誤検出だと分かり、誤検出を防ぐことができる。また、ジャイロ情報を使用することで特徴点の移動量の探索範囲を狭くすることも可能であり、処理の高速化を図ることができる。ジャイロ情報を使用しない場合は、例えば、ヨー方向に ± 1000 [pix]の探索を行わなければならないが、ジャイロ情報で約+800[pix]移動したことが分かっているならば、+600~-+1000[pix]程度の間を探索すれば足りる。この値はレンズの焦点距離やスイング速度にも依存し、限定されない。

10

【0022】

特徴点の抽出ができない場合は、ジャイロの出力から数式2の計算に基づいて、移動量を計算し、それをそのまま使用して位置合わせを行なう。ジャイロを静置していた場合に出力される信号であるオフセットは、個体や温度などによって変化する。通常は常温で静置しておいた時のオフセット量を撮像装置内の不揮発メモリに保存しておき、使用するときには出力信号からオフセットを減算した値を使用する。

20

【0023】

しかし、高温下もしくは低温下ではオフセットが常温とは異なるために正確にオフセット分を除去できない。また、パノラマ撮影では一度の撮影で何十枚も撮影することもあり、撮像装置の温度が上昇しやすい。このような場合、オフセットが除去できずジャイロ情報から取得した移動量が正確に算出できないことがある。更に、ズームレンズを使用している場合はズームリングの遊びなどによって焦点距離を正確に把握できない場合もある。また、フォーカス位置によって画角が変わるような光学系などでもジャイロ情報から取得した移動量と、実際の画像から検出できる移動量とが異なることがある。

30

【0024】

また、レンズに焦点距離が変わるようなフィルタやオブションレンズもある。例えば、本来のレンズの画角よりも広角あるいは望遠撮影を可能とするコンバージョンレンズやエクステンダーを使用した場合も同様にジャイロ情報からの移動量と画像から検出した移動量が異なる。水中撮影のように外部の屈折率が空気と異なる場合も焦点距離が変わるため同様である。

【0025】

このように、ジャイロのオフセットの変化だけでなく様々な要因でジャイロ情報から算出した移動量と画像から検出した移動量とは異なる場合がある。そのような状況で画像から移動量が算出できずに、ジャイロ情報から算出した移動量のみを用いて位置合わせを行なって合成すると、実際は1枚目と2枚目でずれて合成されてしまい、パノラマ画像としての品質が低下する。

40

【0026】

本実施形態は、ジャイロ情報から算出した移動量(撮像装置の位置情報に基づいて取得された前記画像の第2の移動量)を補正する。まず、ユーザがパノラマ撮影モードに設定して撮影を開始する。1枚目の撮影を行ない、撮像素子からAD変換を行なって画像処理回路へと読み込む。画像処理回路では現像を行なってYUVなど一般的な画像としてメモリに格納する。この時、レンズの歪曲や周辺の光量が低下を補正や、上述した円筒変換を行なうことが好ましい。2枚目の撮影も同様である。それぞれ2枚の画像から上述した通り移動量を算出してアフィン係数へと変換する。一方、撮影のタイミングでジャイロ信号を読み取り、1枚目と2枚目の間に撮像装置がどのくらい移動したのかを計算する。レン

50

ズの画角、撮像素子のピッチ幅などから数式 2 を用いて移動量を算出する。この 2 つの移動量の差分から補正量を計算する。

【 0 0 2 7 】

連続撮影の速度は、撮像装置のメカ設計、画像処理回路の処理速度などによって異なるが、例えば、コマ速が 5 コマ / 秒の場合は 1 枚目と 2 枚目の時間的差分は 0 . 2 秒となる。この間隔が一定であれば、補正量は単純に画像から算出した移動量とジャイロ情報から算出した移動量の差分を用いればよい。例えば、画像から算出した移動量が 4 0 0 P i x で、ジャイロ情報等から算出した移動量が 4 0 5 P i x であれば、0 . 2 秒の間に 5 P i x 分の誤差が乗っていることになる。なお、撮影の間隔が一定でない場合は撮影間隔時間に応じて補正量を調整する必要がある。

10

【 0 0 2 8 】

3 枚目を撮影した場合に画像から移動量が算出できた場合はその移動量を用いて位置合わせを行ない、もし画像から移動量が算出できなかった場合はジャイロ情報から移動量を算出し、それに先ほどの補正量を加えた量で位置合わせを行なう。これを繰り返して行なう。

【 0 0 2 9 】

しかし、必ずしも撮影開始の 1 枚目と 2 枚目で画像からの移動量が算出できるとは限らない。そこで、そのような場合は算出可能な被写体となるまで 1 枚目、2 枚目、...、m 枚目と撮影した画像をメモリ（記憶手段）に一時的に記憶しておく。算出できる被写体となった場合は、上述の方法で補正量を計算し、それを 1 枚目、2 枚目、... と過去に遡って適用し、適宜位置合わせ、合成を行う。この時、画像からの位置合わせは連続した画像でなくてもよい。すなわち m 枚目と m + 1 目とは限らず、m 枚目と n 枚目から補正量を計算してもよい。この場合は撮影間隔時間によって補正量を調整する必要がある。ただし、m、n は正数であり、 $n > m$ とする。

20

【 0 0 3 0 】

ジャイロからの算出される移動量は補正をしないときに比べると精度は落ちるが概算は可能である。従って、補正していない移動量から m 枚目の画像と n 枚目の画像とで大凡の移動量は算出できる。そこで、保存領域のメモリが少なくても良いように m 枚目と m + 2 枚目の共通部分が多い場合には、m + 1 枚目は保存する必要はない。また、必ずしも画像の全面を保存する必要もなく、画像の最大探索範囲内にトリミングして保存することで省メモリが可能である。即ち、制御手段は、パノラマ画像の生成に冗長であるかどうかを判定し、冗長であると判定された画像をメモリに記憶しなくてもよい。

30

【 0 0 3 1 】

一方、パノラマ撮影を始めた後に補正量を算出するのではなく、撮影前に補正量を算出することも可能である。実際にパノラマ撮影を行なう場合、撮り始めのシーンはメインとなる被写体とは限らないこともある。そのため焦点が合っていない、被写体が低コントラストなどの理由で撮影開始時には画像からの移動量算出ができないこともある。

【 0 0 3 2 】

従って、撮影準備中、即ち、メインとなる被写体に焦点を合わせる動作後に行なうことが好ましい。焦点を合わせる場合はオートフォーカスであってもマニュアルフォーカスであっても、コントラストのある被写体で行なうのが一般的である。従って、合焦した際に行なうことも好ましい様態の一つである。

40

【 0 0 3 3 】

補正量の計算は撮影開始時 1 度だけ行なってもよいが、撮影中に温度が上がるなど、補正量の調整が必要になった時に適宜複数回行なうことも好ましい。複数回行なうタイミングとしては、ジャイロ付近の温度が変化した場合、スイング速度角速度が変化した場合、被写体までの距離が変化した場合、レンズの焦点距離やフォーカス位置が変わった場合、光軸に対してロール方向の移動があった場合などがある。但し、それらに限定されるものではない。

【 0 0 3 4 】

50

ジャイロ付近の温度が変化した場合は、ジャイロのオフセット信号が変化するため補正量の更新を行なうことが好ましい。

【0035】

手持ちでスイングする場合は、ユーザの癖にもよるが、図4に示すように、自分の正面に来た場合に回転成分からシフト成分に振り方が変わる場合がある。つまり、ユーザは、一定速度でスイングしているつもりでも角速度が減少する。このような場合、シフト成分による視差が画像からの移動量とジャイロから算出した移動量との誤差の要因として加わるために補正量の更新が必要となる。

【0036】

被写体までの距離が変化した場合も同様で視差量が変わるためである。即ち、被写体までの距離が略無限遠の場合はほとんど平行光となるため、シフト成分が加わっても視差は発生しない。しかし、被写体が近い場合にシフト動作が加わると視差が発生してしまう。そのため、画像から算出した移動量と、ジャイロから算出した移動量との差が生じてしまうため、補正量の更新が必要となる。

【0037】

レンズの焦点距離が変わった場合に補正量の更新が必要となるのはこれまでの説明で自明であるし、レンズの光学系によってはフォーカス位置が変わると画角が変わるレンズがあるため、同様に更新が必要となる。

【0038】

複数回補正量を算出した場合は、実際に補正量を適用するタイミングも問題となる。直近の補正量を使用するのも好ましい様態の一つであるが、実際に補正するときの条件が、補正量の撮り直しをした条件と近いときの補正量を用いることも好ましい。

【0039】

例えば、ユーザが撮像装置をスイングする場合、開始時はまだ角速度が遅く、徐々に加速していく。ある一定の速度に落ち着いて撮り終わる場合は減速する。また、上述した通り、ユーザの正面付近に撮像装置が来た場合にシフト成分が増し、角速度は一時的に減速する場合もある。一方、撮り終わり時は振り切るように操作すると減速しない場合もあり得る。

【0040】

撮り終わり時や撮像装置が正面に来た時など減速した場合は直近に補正量を撮り直した値を用いるのではなく、撮り始めの加速時にほぼ同じ速度で撮り直した補正值を使うことも好ましい様態である。

【0041】

また、被写体までの距離が1回の撮影内で変わるような、例えば、図5に示すように、奥行きがあるシーンなどでは撮り始めは被写体が近く、ユーザ正面では被写体までの距離は遠く、撮り終わりはまた被写体が近くなる。この場合も補正するタイミングの被写体までの距離は、それと近い距離のタイミングで撮り直した補正量を使用する。

【0042】

角速度、被写体までの距離について説明したが、それ以外の場合も当業者によって適宜適用可能である。このように画像から算出した移動量から、画像から算出した移動量を補正することによって、パノラマ合成の際の精度を向上させることが可能となる。

【実施例1】

【0043】

図1は、実施例1の画像処理装置（画像処理手段）を内蔵したデジタルカメラのブロック図である。

【0044】

図1において、101は、被写体の光学像を形成する撮像光学系（撮像光学系）である。102は、AF（自動焦点調節、オートフォーカス）駆動回路である。AF駆動回路102は、例えば、DCモータやステッピングモータによって構成され、マイクロコンピュータ123の制御によって撮像光学系101のフォーカスレンズ位置を変化させることに

10

20

30

40

50

よりピントを合わせる。

【 0 0 4 5 】

1 0 3 は、光量を調整する絞りである。1 0 4 は、絞りを駆動する絞り駆動回路である。駆動されるべき量は、マイクロコンピュータ 1 2 3 によって算出され、光学的な絞り値を変化させる。

【 0 0 4 6 】

1 0 5 は、撮像光学系 1 0 1 から入射した光束をファインダ側と撮像素子側とに切り替えるための主ミラーである。主ミラー 1 0 5 は、常時はファインダ部へと光束を導くよう反射させるように配されているが、撮影が行われる場合や、画像を逐次表示するライブビュー表示の場合には、撮像素子 1 1 2 へと光束を導くように上方に跳ね上がり光束中から待避する。また、主ミラー 1 0 5 はその中央部が光の一部を透過できるようにハーフミラーとなっており、光束の一部を、焦点検出を行うためのセンサに入射するように透過させる。

10

【 0 0 4 7 】

1 0 6 は、主ミラー 1 0 5 から透過してきた光束を反射させ焦点検出を行うためのセンサ不図示や、露光量算出回路 1 0 9 内に配置されているセンサに導くためのサブミラーである。1 0 7 は、ミラー駆動回路で、マイクロコンピュータ 1 2 3 の制御によって主ミラー 1 0 5 を駆動する。1 0 8 は、ファインダを構成するペンタプリズムである。ファインダは他にピント板、アイピースレンズ不図示などによって構成させる。1 0 9 は、露光量算出回路である。ミラー 1 0 5 の中央部を透過し、サブミラー 1 0 6 で反射された光束は、露光量算出回路 1 0 9 の内部に配置された光電変換を行うためのセンサに至る。フォーカス演算に用いるデフォーカス量は、センサの出力を演算することによって求められる。

20

【 0 0 4 8 】

マイクロコンピュータ 1 2 3 は、演算結果を評価して A F 駆動回路 1 0 2 に指示し、フォーカスレンズを駆動させる。1 1 0 は、フォーカルプレーンシャッタである。1 1 1 は、シャッタ駆動回路であり、フォーカルプレーンシャッタ 1 1 0 を駆動する。シャッタの開口時間はマイクロコンピュータ 1 2 3 によって、制御される。

【 0 0 4 9 】

1 1 2 は、撮像素子である。撮像素子 1 1 2 には、C C D や C M O S センサなどが用いられ、撮像光学系 1 0 1 によって結像された被写体像を電気信号に変換する。1 1 5 は、A / D 変換器である。A / D 変換器 1 1 5 は、撮像素子 1 1 2 のアナログ出力信号をデジタル信号に変換する。

30

【 0 0 5 0 】

1 1 6 は、映像信号処理回路（画像処理手段）であり、ゲートアレイなどのロジックデバイスにより実現される。映像信号処理回路 1 1 6 は、専用の画像処理装置や画像処理方法がインストールされたパーソナルコンピュータ（P C）として構成されてもよい。

【 0 0 5 1 】

映像信号処理回路 1 1 6 は、輝度調整回路 1 1 6 a、ガンマ補正回路 1 1 6 b、移動量算出回路 1 1 6 c、位置合わせ回路 1 1 6 d、幾何変換回路 1 1 6 e、変倍回路 1 1 6 f、トリミング回路 1 1 6 g、合成回路 1 1 6 j を有する。また、映像信号処理回路 1 1 6 は、現像回路 1 1 6 k、圧縮・伸長回路 1 1 6 l を更に有する。

40

【 0 0 5 2 】

輝度調整回路 1 1 6 a は、デジタルゲインによって明るさを調整する。ガンマ補正回路 1 1 6 b は、ガンマ特性によって輝度を調整する。移動量算出回路（第 1 の取得手段）1 1 6 c は、複数の画像の共通領域に基づいて、画像の第 1 の移動量の情報を取得（算出）する。

【 0 0 5 3 】

位置合わせ回路（位置合わせ手段）1 1 6 d は、移動量に応じて複数の画像の位置合わせを行う。位置合わせ回路 1 1 6 d は、特に、第 1 の移動量と、複数の画像を撮像した撮像装置の位置情報に基づいて取得された画像の第 2 の移動量と、の差分情報と第 2 の移動

50

量の情報に基づいて、複数の画像を位置合わせする。位置合わせ回路 116 d は、第 1 の移動量の情報を取得できる場合は、第 1 の移動量の情報に基づいて複数の画像を位置合わせするが、第 1 の移動量の情報を取得できない場合には、差分情報と第 2 の移動量の情報に基づいて、複数の画像を位置合わせする。

【0054】

幾何変換回路 116 e は、円筒変換や光学撮像光学系 101 の歪曲を補正、アフィン変換を行なう。トリミング回路 116 e は、画像の一部を切り出す。変倍回路 116 f は、画像のサイズを変倍する。合成回路 116 j は、複数の画像を合成する。現像回路 116 k は画像を現像する。圧縮・伸長回路 116 l は、Jpeg などの一般的な画像形式に変換する。

10

【0055】

117 は、表示駆動回路である。118 は、TFT や有機 EL などを用いた表示部材である。119 は、メモリコントローラである。120 は、メモリである。121 は、コンピュータ等と接続可能な外部インターフェイスである。122 は、バッファメモリである。

【0056】

マイクロコンピュータ 123 は、撮像装置の位置情報（例えば、姿勢、速度、角速度、加速度などを含む）に基づいて画像の第 2 の移動量の情報を取得する。また、マイクロコンピュータ 123 は、差分情報を取得する第 2 の取得手段としても機能する。

【0057】

映像信号処理回路 116 は、デジタル化された画像データに、フィルタ処理、色変換処理、ガンマ処理を行うと共に、JPEG などの圧縮処理を行い、メモリコントローラ 119 に出力する。その際、処理途中の画像を一時的にバッファメモリ 122 に置くことも可能である。映像信号処理回路 116 は、撮像素子 112 からの映像信号や、メモリコントローラ 119 から逆に入力される画像データを、表示駆動回路 117 を通して表示部材 118 に出力することも可能である。これらの機能切り替えは、マイクロコンピュータ 123 の指示により行われる。

20

【0058】

映像信号処理回路 116 は、必要に応じて撮像素子 112 の信号の露出情報やホワイトバランスなどの情報をマイクロコンピュータ 123 に出力することが可能である。それらの情報を基にマイクロコンピュータ 123 はホワイトバランスやゲイン調整の指示を行う。

30

【0059】

連続撮影動作の場合、一旦、未処理画像のままバッファメモリ 122 に撮影データを格納し、メモリコントローラ 119 を通して未処理の画像データを読み出し、映像信号処理回路 116 にて画像処理や圧縮処理を行い、連続撮影を行う。連像撮影枚数は、バッファメモリ 122 やパノラマ撮影の場合はその画像サイズの大きさに左右される。

【0060】

メモリコントローラ 119 では、映像信号処理回路 116 から入力された未処理のデジタル画像データをバッファメモリ 122 に格納し、処理済みのデジタル画像データをメモリ 120 に格納する。また、逆に、バッファメモリ 122 やメモリ 120 から画像データを映像信号処理回路部 116 に出力する。メモリ 120 は取り外し可能であってもよい。メモリコントローラ 119 は、コンピュータ等と接続可能な外部インターフェイス 121 を介してメモリ 120 に記憶されている画像を出力可能である。123 は、マイクロコンピュータである。

40

【0061】

124 は、操作部材である。操作部材 124 は、マイクロコンピュータ 123 にその状態を伝え、マイクロコンピュータ 123 はその操作部材の変化に応じて各部をコントロールする。

【0062】

50

125は、スイッチ1以後SW1である。126は、スイッチ2以後SW2である。スイッチSW1125とスイッチSW2126は、リリースボタンの操作でオンオフするスイッチであり、それぞれ操作部材124の入力スイッチのうちの1つである。スイッチSW1125のみオンの状態はリリースボタン半押し状態であり、この状態でオートフォーカスの動作を行うと共に、測光動作を行う。スイッチSW1125、SW2126が共にオンの状態はリリースボタンの全押し状態であり、画像を記録するためのリリースボタンオン状態である。この状態で撮影が行われる。またスイッチSW1125、SW2126がONし続けている間は、連続撮影動作が行われる。

【0063】

操作部材124には、他に、ISO設定ボタン、メニューボタン、セットボタン、フラッシュ設定ボタン、単写/連写/セルフタイマー切り替えボタン、メニューや再生画像移動のための移動+プラスボタンが含まれている。また、操作部材124には、移動-マイナスボタン、露出補正ボタン、表示画像拡大ボタン、表示画像縮小ボタン、再生スイッチ、絞り103を設定された絞りに絞り込ませるための絞りボタン、撮影した画像を消去するための消去ボタンも含まれている。更に、撮影や再生に関する情報表示ボタンなども含まれており、スイッチの状態が検出されている。また、プラスボタン及びマイナスボタンの各機能は、回転ダイヤルスイッチを備えることによって、より軽快に数値や機能を選択することが可能となる。操作部材124は、自動焦点調節(AF)を指示する指示手段としても機能する。

【0064】

127は、液晶駆動回路である。128は、外部液晶表示部材である。129は、ファインダ内液晶表示部材である。液晶駆動回路127は、マイクロコンピュータ123の表示内容命令に従って、文字、画像を用いて動作状態やメッセージ等を表示する外部液晶表示部材128やファインダ内液晶表示部材129を駆動する。また、ファインダ内液晶表示部材129には、不図示のLEDなどのバックライトが配置されており、そのLEDも液晶駆動回路127で駆動される。マイクロコンピュータ123は、撮影前に設定されているISO感度、画像サイズ、画質に応じた、画像サイズの予測値データをもとに、メモリコントローラ119を通して、メモリの容量を確認した上で撮影可能残数を演算することができる。必要に応じて外部液晶表示部材128、ファインダ内液晶表示部材129にも表示することができる。

【0065】

130は、不揮発性メモリEEPROMで、カメラに電源が入れていない状態でも、データを保存することができる。131は、電源部である。電源部131は、各ICや駆動系に必要な電源を供給する。132は内部時計である。120に記録する画像ファイルに撮影時刻などを保存したり、後述するように画像そのものに撮影時刻を重畳したりできる。

【0066】

133は、ジャイロ(位置検出手段)である。2軸もしくは3軸で、撮像装置の回転の角速度を検出する。134は、温度計である。本目的のためであればジャイロ133付近に配置することが好ましいが、一般的には撮像装置やメモリ120の保護のために撮像素子112、メモリ120などの近傍に設置しているセンサを流用しても良い。

【0067】

図6は、マイクロコンピュータ123が実行する通常の撮影動作を説明するフローチャートであり、「S」はステップ(工程)を表している。図6に示すフローチャートはコンピュータに各ステップの機能を実行させるためのプログラムとして具現化が可能である。かかるプログラムは、撮像装置100の記憶手段(例えば、不揮発性メモリ130や非一時的なコンピュータ可読記憶媒体)に記憶可能である。

【0068】

予め露光量算出回路109によって露光量を算出し、絞り量、蓄積時間、ISO感度を決定しておく。SW2126がユーザによって押下されると撮影動作S701が実施され

10

20

30

40

50

る。マイクロコンピュータ 123 は、予め決められた絞り量を絞り駆動回路 104 に通知し、絞り 103 を目的の絞り量にする。撮像素子 112、AD変換器 115 などに電源を入れ、撮影準備を行う。準備が完了するとミラー駆動回路 107 を駆動して被写体像を撮像素子 112 に結像させるようにする。シャッタ駆動回路 111 は、シャッタ 110 のうち不図示の先幕を開けて被写体像が撮像素子 112 に結像するようにする。続いて、予め決められた蓄積時間後にシャッタ 110 のうち不図示の後幕を閉じて、撮像素子に蓄積時間の間だけ光が入るようにする。この一連の動作を行って露光を行う (S702)。

【0069】

続いて、AD変換部 115 を介して、映像信号処理回路 116 に画像信号を読み出しバッファメモリ 122 に格納する (S703)。読み出した画像信号を現像回路 116k にて画像データに変換する現像を行う (S704)。この時、画像が適正になるようホワイトバランス処理や、ガンマ補正回路 116b で暗部にゲインをかけたりと画像処理を行ってもよい。

【0070】

得られた画像データは、116l で JPEG などの汎用的なデータフォーマットへと変換され (S705)、SDカードやコンパクトフラッシュ (登録商標) などのメモリ 120 に保存され (S706)、処理が終了される。なお、画像処理や現像処理 (S704) を行わず、読み出した画像信号そのままを可逆圧縮し (S705)、記憶媒体に保存 (S706) してもよい。これらの切り替えはユーザが操作部材 124 で切り替えることが可能である。

【0071】

ユーザが操作部材 124 によってパノラマ撮影モードを設定すると、撮像素子 112、AD変換器 115 へと電源供給を行ない、初期設定を行なう。一方、主ミラー 105 を上げ、シャッタ駆動回路 111 はシャッタ 110 を開いて、被写体像が撮像光学系 101 を通して撮像素子 112 へと結像されるようにする。

【0072】

撮像素子 112 からの信号を AD変換器 115 でデジタル信号へと変換し、映像信号処理回路 116 の現像回路 116k で現像し、輝度調整回路 116a、ガンマ補正回路 116b で適した画像へと変換する。次に、変倍回路 116f で液晶モニタなどの表示部材 118 に適した画像サイズへと変倍して表示を行なう。これを 1 秒間に 24 乃至は 60 回繰り返して行なうことで、いわゆるライブビューを行なう。

【0073】

ユーザはその表示を確認しながら、画角を合わせる。パノラマ撮影の場合は、広範囲の被写体の中で主被写体に撮像装置を向け、SW1125 を押す。SW1125 が押下されると、露光量を算出する。ライブビューでないときはサブミラーに反射された光を露光量算出回路 109 で受光し、最適な露光量を算出する。ライブビュー中は映像信号処理回路 116 に含まれる不図示の露光量算出回路で最適な露光量を決定し、マイクロコンピュータ 123 を介して絞り駆動回路 104 が絞り 103 を駆動したり、撮像素子 112 の感度や蓄積時間を制御したりする。一方、AF駆動回路 102 は、撮像光学系 101 を駆動し、焦点を合わせる。撮影の準備を終えると、不図示のブザー等でユーザに知らせる。

【0074】

次に、撮像装置を撮り始めたい向きに向け、ユーザが SW2126 を押下すると実際にパノラマ撮影を行なう。図 7 は、パノラマ撮影におけるデータフローダイアグラム、図 8 は、マイクロコンピュータ 123 が実行するパノラマ撮影のフローチャートである。

【0075】

パノラマ撮影が開始されると、まず、マイクロコンピュータ 123 は、撮像光学系 101 の情報 (レンズ情報) を取得する (S801)。レンズ情報には、後述する歪曲やレンズ周辺部の光量の低下を補正するためのデータや、後述するジャイロ信号からの位置合わせ量の算出に使用する焦点距離、被写体までの距離情報などが含まれている。

【0076】

10

20

30

40

50

次に、マイクロコンピュータ123は、ジャイロ133からジャイロ情報を取得する(S802)。ジャイロ情報は、撮像装置100に対してヨー方向、ピッチ方向の2軸を取得するが、光軸に対しての回転であるロール方向の3軸を取得することも好ましい。ジャイロ133からの出力そのものは角速度であるが、パノラマ撮影では前回の撮影からどのくらいスイング回転されたかが必要である。このため、1枚目の撮影の場合はこの値をメモリ120に記録しておき、次の撮影まで角速度を積分し、2枚目以降の撮影時に前回からの回転角度を計算する。

【0077】

次に、マイクロコンピュータ123は、撮影処理を行う(S803)。撮像素子112、AD変換器115は、ライブビュー用の駆動に設定されているため、マイクロコンピュータ123は、これを静止画撮影用に切り替える。また、マイクロコンピュータ123は、絞り103を設定露光量になるように調整し、シャッタ110を開閉して、撮像素子112に被写体像を結像させる。

10

【0078】

マイクロコンピュータ123は、撮像素子112に結像した被写体像を、AD変換器115を介してデジタル信号へ変換し、バッファメモリ122に格納する。この画像データは、画像処理回路116に含まれる不図示の回路によって、例えば撮像素子112シェーディングなどの補正を行なう。このように最小限の加工しか行っていない画像データをRAW画像705と呼ぶ。次に、マイクロコンピュータ123は、RAW画像705を現像回路116kによって現像し、YUV画像706とする。

20

【0079】

マイクロコンピュータ123は、撮影画像を表示部材118の液晶モニタに表示させるため、変倍回路116fを介して液晶モニタの画素数に応じて縮小し、VRAM708に格納する。また、マイクロコンピュータ123は、現像後の画像706を、幾何変換回路116eを介して円筒変換する。この時、マイクロコンピュータ123は、撮像光学系101の歪曲収差を補正することが好ましい。

【0080】

マイクロコンピュータ123は、撮影枚数によって処理を変更する(S804)。

【0081】

パノラマ撮影開始後、1枚目の撮影である場合は、処理はS801へ戻るが(S804)、簡略化のためにS802に戻ってもよい。通常、パノラマ撮影時には撮像光学系101は動かないようにしておくことが好ましいが、ユーザが手動で、または、撮像光学系101の自重で、撮像光学系101が動いてしまう場合がある。このため、マイクロコンピュータ123は、再度レンズ情報を取得することが好ましい。

30

【0082】

パノラマ撮影開始後、2枚目の撮影である場合は、処理はS805へ進む。2枚目撮影時に、マイクロコンピュータ123は、1枚目撮影時からどのくらい回転したかを計算する。その角度と、S802で取得したレンズ情報の焦点距離、撮像素子112の1画素のサイズを用いて、数式2より移動量を算出する(S805)。ジャイロ133がヨー方向とピッチ方向の2軸の場合は、移動量はX軸水平方向、Y軸垂直方向のシフトのみとなる。ロール方向の3軸ジャイロセンサーを使用している場合は回転成分の移動量も算出可能である。移動量からアフィン係数に算出する方法に関しては、次のS807、S808で説明する。

40

【0083】

次に、移動量算出回路116cを用いて2枚目の画像707と1枚目の画像703から移動量を算出する(S806)。移動量検出には既知の方法を使用することができるが、マイクロコンピュータ123は、移動量検出回路116cを介して、画像内で複数の特徴点を見つけ、標本化することでアフィン係数809を算出する。特徴点の抽出に関しては前述した通りである。

【0084】

50

このように、マイクロコンピュータ 123 は、エッジを検出し、特徴点を抽出し、その移動量を算出する。ここで、特徴点 1 が座標 x_1, y_1 から座標 u_1, v_1 に、特徴点 2 が座標 x_2, y_2 から u_2, v_2 に、特徴点 3 が座標 x_3, y_3 から u_3, v_3 に移動したとする。数式 1 から次式が成立する。

【0085】

【数 2】

$$\begin{pmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{pmatrix} \quad (3)$$

【0086】

【数 3】

$$\begin{pmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} d \\ e \\ f \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{pmatrix} \quad (4)$$

【0087】

この方程式を解くことでアフィン係数を算出することができる。3 点以上の特徴点が出できた場合は、近い点を除外して最小二乗法を用いて正規化する。3 点見つからない場合や、抽出した 3 点が直線状になっている場合、3 点のうち 2 点が近い場合は移動量の算出が失敗したと判断する。なお、この時点で移動量の算出ができなかった場合は実施例 3 にて説明を行なう。

【0088】

マイクロコンピュータ 123 は、このようにして画像から算出した移動量と、S805 で計算したジャイロ 133 の情報に基づく移動量との差分を計算して補正量を算出する (S807)。ヨー、ピッチの 2 軸のジャイロ 133 の信号から数式 2 で求められる移動量は平行移動のみである。即ち、数式 1 のアフィン係数のうち平行移動に関する c, f のみである。従って、マイクロコンピュータ 123 は、画像から算出した移動量と、ジャイロ 133 からの情報に基づく移動量の 2 つをアフィン係数に変換し、アフィン係数を減算し、移動成分だけ残すために係数を $a = 1, b = 0, d = 0, e = 1$ と設定する。3 軸ジャイロを用いて回転成分が加わる場合は、マイクロコンピュータ 123 は、アフィン係数の a, b, d, e も使用するが、行列の計算を行うことで当業者によって実施可能である。

【0089】

画像からの移動量とジャイロ 133 からの移動量に差が出る要因は前述した通りである。ジャイロ 133 からの移動量は、温度等に起因する誤差を含む。一方、画像からの移動量には、撮像光学系 101 の焦点距離の誤差、撮像装置 100 の回転中心がノードルポイントからずれていることによる視差、水中撮影やコンバージョンレンズの使用による画角のずれ等による誤差が含まれている。画像を位置合わせして合成するので、画像情報から

得られる移動量を使用するのが効果的である。しかし、画像から移動量を算出できない場合は、ジャイロ情報からの移動量を用いて位置合わせするため、このように補正量を算出する。

【0090】

次に、マイクロコンピュータ123は、S806で算出した画像からの移動量アフィン係数に基づいて位置合わせ回路116dを介して、位置合わせを行い(S808)、位置合わせ画像711を生成する。

【0091】

次に、マイクロコンピュータ123は、これまでの合成結果、即ち、1枚目の画像710と2枚目の画像位置合わせ後の画像711を、合成回路116jを介して、合成し(S809)、合成画像712を生成する。この時、水面など動体がある場合は合成処理の品位が落ちるため、画像の境界部分の合成比率を変更することで品位向上することが好ましい。SW2126が押下されていたら、処理はS801へと戻るが(S810)、簡略化のためにS802に戻ってもよい。

【0092】

パノラマ撮影開始後、3枚目の撮影である場合は、処理はS812へ進む。マイクロコンピュータ123は、S805と同様に、前回の画像、即ち、2枚目の幾何変換結果703と今回の画像、即ち、3枚目の幾何変換結果707とから移動量を算出する(S812)。この時、メモリを節約するために、これまでの合成結果710と、今回の幾何変換結果707とから移動量を算出してもよい。移動量算出の方法についてはS805で説明した通りである。

【0093】

次に、マイクロコンピュータ123は、画像からの移動量が算出できるかどうかを判定する(S813)。

【0094】

マイクロコンピュータ123は、画像からの移動量が算出できると判断した場合は、補正量追加計算の必要性を判定する(S814)。実施例1では、マイクロコンピュータ123は、補正量追加計算の必要性がないと判定し、算出した移動量アフィン係数を用いて位置合わせを行い(S815)、合成を行う(S809)。

【0095】

一方、マイクロコンピュータ123は、画像からの移動量が算出できないと判断した場合は、ジャイロ133からの情報に基づいて、アフィン係数を算出する(S816)。この時、S807で計算した補正量を加味する。例えば、ジャイロ133がヨー、ピッチの2軸の場合は、数式1のアフィン係数のうち、c、fの項を加算すればよい。ロール方向の補正を行う場合はa、b、d、eの項も必要になる。このようにして求めた移動量アフィン係数に基づいて位置合わせを行い(S817)、合成を行う(S809)。

【0096】

ユーザがSW2126を解放するか、合成結果712が所定のサイズよりも大きくなった場合、その他ユーザの操作などによって終了されるまで一連の処理を繰り返す。終了が指示された場合、マイクロコンピュータ123は、圧縮・伸長回路116lでJpegなどの汎用フォーマットに圧縮し(S818)、メモリ120に保存する(S819)。圧縮前に合成画像の暗部を見やすくするためにγ補正や、画像全体の色調を統一するための補正を行うことが好ましい。このようにして得られる画像はサイズが大きいため、予めユーザが指示したサイズに、変倍回路116fを介して、変倍を行ってもよい。

【0097】

実施例1では、マイクロコンピュータ123は、S806で撮影開始時にジャイロ情報からの移動量と、画像から算出した移動量との差分から、今後ジャイロ情報からの移動量を使用するときの補正量を計算している。また、マイクロコンピュータ123は、画像からの移動量が算出できずにジャイロ情報からの移動量を使用して位置合わせを行う(S809)場合に、S806で算出した補正量でジャイロ情報からの移動量を補正して(S8

10

20

30

40

50

16) 位置合わせを行う(S817)。これにより、高精度にパノラマ画像を生成することが可能となる。

【0098】

ここで示した例では補正量の計算は最初の一度だけであるが、最初に必ず画像からの移動量算出が可能であるとは限らないので、AF動作が終わった直後にライブビュー状態で補正量を算出してもよい。AFは主被写体に対して行なうため、エッジも多く含まれ画像からの位置合わせ量算出もし易いことが多い。

【0099】

ライブビュー表示中は、1秒間に24乃至60回の撮像、現像、表示を繰り返す。1回の処理時間が短いため、通常は撮像素子112のすべての画素情報を呼び出す時間はないため、ある程度画素を間引いて読み出す。例えば、水平方向3画素に1画素しか読み出さない場合は静止画撮影と移動量が3倍になるため、読み出しの間引き率に応じて算出した移動量を調整する必要がある。

【0100】

また、AF中は撮像装置を動かさないため、画像から算出される移動量は0に近い。従って、ジャイロ133のオフセットを補正する場合にはこの方法は好適であるが、撮像光学系101にコンバージョンレンズがつけられた場合、焦点距離の誤差、水中撮影時の補正はこの方法は向かない。そのため、撮影開始1枚目、2枚目で補正する上述の例と組み合わせる補助的に使うことが好ましい。

【実施例2】

【0101】

実施例1では、撮影前のライブビュー時、撮影開始の最初に補正量を計算した。連写速度が一定の場合はよいが、連写速度が一定でない場合、即ち、ショット間の時間的間隔が一定で得ない場合は、時間的要因を加味する必要がある。例えば、ジャイロ133の温度特性によるオフセットの変化を補正したい場合は、オフセットはコマ間の時間に比例して誤差が生じる。従って、補正量を計算したときのコマ間と撮影時のコマ間が $\times$ 倍の時間があつた場合、補正量のアフィン係数の c 、 f の項も $\times$ 倍にして補正する必要がある。

【0102】

一方、補正要因がコンバージョンレンズの有無によるものの場合、コマ間の時間間隔には影響されないため、補正量を撮影間隔によって調整する必要はない。また、補正要因が撮像装置のスイングの状態による場合は直近の補正量を使うのが好ましい。即ち、図4に示すように、スイング半径が一定でないような場合は角速度が変化するため、複数回にわたって補正量を算出し、同じような角速度の時の補正量を使用することが好ましい。また、ノードルポイントを回転中心にしていない場合は視差が発生するが、被写体までの距離が異なると視差量が異なるため、被写体までの距離が同じくらいのところで算出した補正量を使用することが好ましい。

【0103】

実施例2では、補正量の算出を複数回行なう。実施例2のマイクロコンピュータ123の動作も図8と同様であるが、実施例1で説明を割愛したS814について説明する。実施例1では、常にS815へ処理が移行していたが、実施例2では、マイクロコンピュータ123は、補正量追加計算の必要性を判定する(S814)。

【0104】

上述した通り、被写体までの距離が変わる場合、スイング速度が変化した場合、ジャイロ133の温度が変わった場合には、マイクロコンピュータ123は、補正量追加計算の必要があると判定し、S805へ処理を移す。また、画像からの移動量を算出するときに、特徴点が多く抽出でき、かつそれら複数の特徴点の移動量のばらつきが低い場合は信頼性が高いと予想されるため、補正量の更新処理を行うことが好ましい。

【0105】

即ち、マイクロコンピュータ123は、S807で算出される補正量を、その時の主被写体までの距離、フォーカスレンズの位置、焦点距離などの光学特性、角速度、温度、移

10

20

30

40

50

動量の信頼性などに対応づけてテーブル形式で保存する。なお保存内容はこれらに限定されるものではない。あるいは、マイクロコンピュータ123は、常に新しい補正量を計算してもよく、補正する場合は直近の補正量を使用してもよい。この場合、マイクロコンピュータ123は、S814で常に「あり」と判断してS805へと処理を移行してもよい。

【0106】

マイクロコンピュータ123は、このように複数の補正量を記録している場合、適切な補正量を選択する(S816)。例えば、ジャイロ133の角速度の変化によって補正量を算出する場合、S816でもS802で取得した角速度と近い角速度の時に算出した補正量を選択する。被写体までの距離や、温度なども同様である。画像からの移動量が検出

10

【0107】

実施例2では、補正量を適宜複数回取得し、実際にジャイロ情報からの移動量を補正する際に、複数ある補正量から適当な補正量を選択して補正することで、補正精度を向上させ、高精度にパノラマ画像を生成することができる。

【実施例3】

【0108】

実施例1では、撮影開始時の1枚目、2枚目において、補正量を算出するが(S807)、この時、画像から位置合わせ検出ができなかった場合はエラー(パノラマ撮影失敗)としてもよいが、これはユーザにとって最良の方法とは限らない。そこで、実施例3では、マイクロコンピュータ123は、最初の補正量が算出できるまで撮影した画像をバッファメモリ122に保管し、補正量が算出されたら合成を行う。

20

【0109】

パノラマ撮影は合成結果も大きな画像となり、バッファメモリ122も大量に使用するが、撮り始めの際はまだ合成画像712の領域はほとんど使用していない。このため、このメモリの下位アドレスを一時バッファとして使用することで、冗長にメモリを準備せずともバッファリングが可能となる。

【0110】

また、幾何変換後の画像703の全面をバッファリングする必要はない。ジャイロ信号から補正していない位置合わせ量でおおよその使用領域が算出できる。ジャイロ133のオフセット成分の誤差を補正する場合、ジャイロ情報からの出力を補正しなくても、ジャイロ133からの信号から算出した移動量と画像から算出した移動量とが10%ずれることは起こりにくい。そこで、マイクロコンピュータ123は、画像703の必要領域を、ジャイロ133からの移動量に基づいて算出し、それに5乃至20%の余分領域をとった領域をトリミング回路116gによってトリミングしてバッファリングする。なお、ここで用いた値はジャイロ133の精度に依存し、この数値に限定されない。また、焦点距離が変わる撮像光学系101の装着や水中撮影など、大きく補正が必要な場合はバッファリング領域も広がる。

30

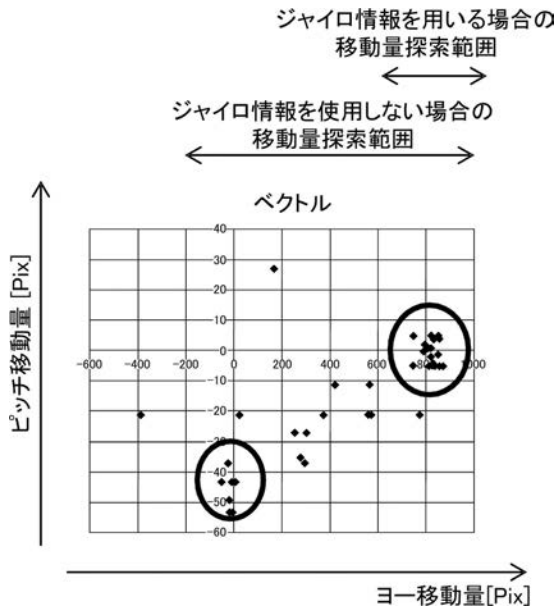
【0111】

一般に撮影開始前には撮像装置100は停止しており、撮影開始と共にスイングされるため、撮影開始からしばらくはスイング速度が遅く、各画像間における共通領域は広い。従って、撮影枚数全てをバッファリングする必要はなく、撮影した画像を間引いてバッファリングしてもよい。間引きは、間引き後の画像の共通領域がどのくらい残るかによるため、撮像光学系101の画角や角速度によって異なる。通常は画像からの位置合わせを行う場合は元の画像の半分程度の画像が必要であるが、この場合は画像からの位置合わせ量が算出できないことが確定しているため、合成に必要な共通領域だけでよく、検出のために必要な領域は不要である。例えば、撮像装置100を左から右もしくはその逆にスイングしている場合は、元の画像の中心から水平方向に対して20%乃至40%程度の縦長の画像をバッファリングすればよい。垂直に関しては全領域バッファリングすることが好ま

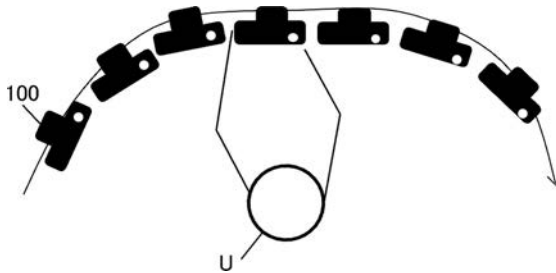
40

50

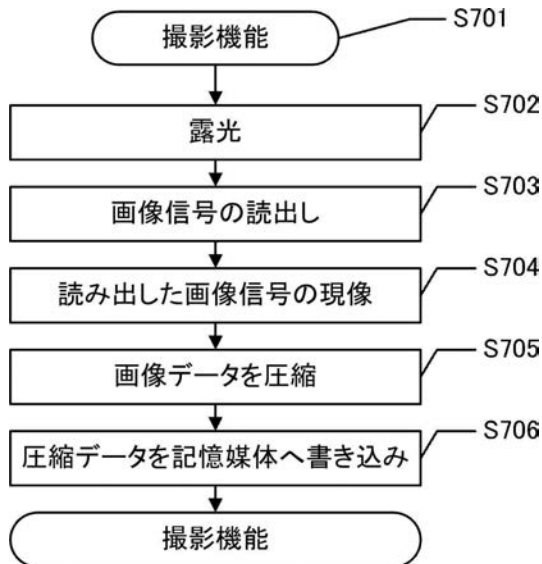
【図3】



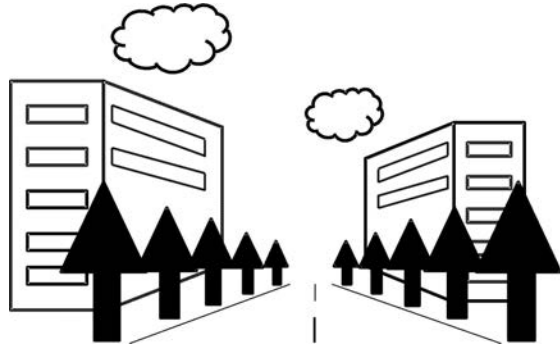
【図4】



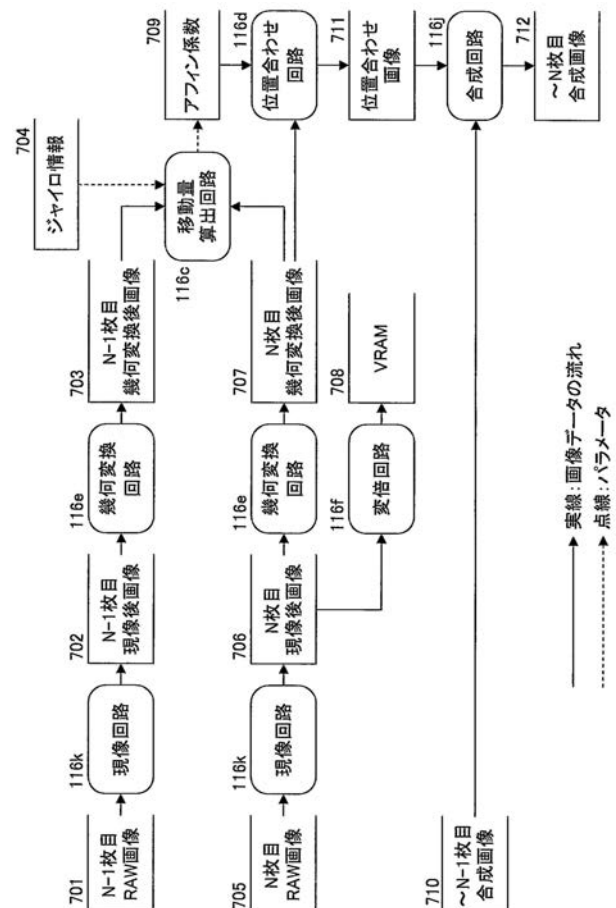
【図6】



【図5】



【図7】



【図 8】

