

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6100089号
(P6100089)

(45) 発行日 平成29年3月22日(2017.3.22)

(24) 登録日 平成29年3月3日(2017.3.3)

(51) Int.Cl.

H04N 5/228 (2006.01)
G06T 3/00 (2006.01)

F 1

H04N 5/228
G06T 3/00 755

請求項の数 16 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2013-105157 (P2013-105157)
 (22) 出願日 平成25年5月17日 (2013.5.17)
 (65) 公開番号 特開2014-225843 (P2014-225843A)
 (43) 公開日 平成26年12月4日 (2014.12.4)
 審査請求日 平成28年5月13日 (2016.5.13)

(73) 特許権者 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 110001243
 特許業務法人 谷・阿部特許事務所
 (72) 発明者 中田 有一
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内
 (72) 発明者 佐藤 陽輔
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内
 審査官 藤原 敏利

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像によって取得された第一の画角を有する第一の画像データと、前記第一の画角よりも小さい第二の画角を有し、前記第一の画像データの視点に対応する視点を持つ第二の画像データであって、それぞれ前記第二の画角を有し、それぞれ互いに異なる視点から撮像された第四の画像データと第五の画像データとを用いて生成された前記第二の画像データと、を取得する取得手段と、

ユーザ指示に応じて決定される第三の画角を有し、前記第一の画像データおよび前記第二の画像データの視点に対応する視点を持つ第三の画像データであって、前記第一の画角よりも小さく、前記第二の画角よりも大きい前記第三の画角を有する前記第三の画像データを、前記第一の画像データと前記第二の画像データとを重みづけ合成することで生成する生成手段と、

前記生成手段は、

前記第三の画角が前記第二の画角に近づくほど、前記第一の画像データに対する前記第二の画像データの重みが大きくなるように、前記重みづけ合成に用いられる前記第一の画像データの重みと前記第二の画像データの重みとを決定し、

決定された前記第一の画像データの重みと前記第二の画像データの重みとを用いて、前記第一の画像データと前記第二の画像データとの重みづけ合成を行うことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記生成手段は、前記第二の画像データの各画素について、前記第二の画像データが表す画像の端部からの距離に応じた重み値を与え、前記重み値をさらに用いて前記重みづけ合成を行う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】

前記生成手段は、前記端部からの距離が大きくなるほど、前記重み値が大きくなるように、前記重み値を決定することを特徴とする請求項2に記載の画像処理装置。

【請求項4】

前記生成手段は、前記第一の画像データおよび前記第二の画像データの対応する画素を位置あわせして、前記重みづけ合成を行うことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の画像処理装置。

10

【請求項5】

前記生成手段は、前記第三の画角と、前記第一の画角と、前記第二の画角と、前記第一の画像データおよび前記第二の画像データを撮像した撮像手段の位置と、被写体までの距離と、に基づいて前記位置あわせを行うことを特徴とする請求項4に記載の画像処理装置

。

【請求項6】

前記生成手段は、前記第一の画像データおよび前記第二の画像データの対応する画素に、前記決定した重みを適用することによって前記重みづけ合成を行うことを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項7】

前記生成手段は、前記重みを用いて複数の前記画像データの少なくとも一部を足し合わせることにより前記第三の画像データを生成することを特徴とする請求項1から6のいずれか1項に記載の画像処理装置。

20

【請求項8】

前記生成手段は、モードに応じて前記重みの決定基準を変更することを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項9】

前記生成手段は、前記第三の画角に応じて前記重みが連続的に変化する第一のモードと、前記第三の画角に閾値を設定し、前記閾値の前後で重みを不連続に切り替える第二のモードとを備えることを特徴とする請求項8に記載の画像処理装置。

30

【請求項10】

前記生成手段は、前記第三の画像データの領域毎に前記重みを補正する補正手段を有し、前記生成手段は前記補正手段で補正された重みを用いて前記第三の画像データを生成することを特徴とする請求項1から9のいずれか1項に記載の画像処理装置。

【請求項11】

前記補正手段は前記第一の画像データと前記第二の画像データとの間の差分に基づき前記重みを補正することを特徴とする請求項10に記載の画像処理装置。

【請求項12】

第一の画角を有する第一の画像データを撮像する第一の撮像手段と、前記第一の画角よりも小さい第二の画角を有する第四の画像データを撮像する第二の撮像手段と、

40

前記第二の画角を有する第五の画像データを撮像する第三の撮像手段と、

前記第二の撮像手段および前記第三の撮像手段は、それぞれ互いに異なる視点を持ち、前記第一の画像データと、前記第一の画像データの視点に対応する視点を持つ第二の画像データであって、前記第四の画像データと前記第五の画像データとを用いて生成された前記第二の画像データと、を取得する取得手段と、

ユーザ指示に応じて決定される第三の画角を有し、前記第一の画像データおよび前記第二の画像データの視点に対応する視点を持つ第三の画像データであって、前記第一の画角よりも小さく、前記第二の画角よりも大きい前記第三の画角を有する前記第三の画像データを、前記第一の画像データと前記第二の画像データとを重みづけ合成することで生成す

50

る生成手段と、

前記生成手段は、

前記第三の画角が前記第二の画角に近づくほど、前記第一の画像データに対する前記第二の画像データの重みが大きくなるように、前記重みづけ合成に用いられる前記第一の画像データの重みと前記第二の画像データの重みとを決定し、

決定された前記第一の画像データの重みと前記第二の画像データの重みとを用いて、前記第一の画像データと前記第二の画像データとの重みづけ合成を行うことを特徴とする撮像装置。

【請求項 1 3】

撮像によって取得された第一の画角を有する第一の画像データと、前記第一の画角よりも小さい第二の画角を有し、前記第一の画像データの視点に対応する視点を持つ第二の画像データであって、それぞれ前記第二の画角を有し、それぞれ互いに異なる視点から撮像された第四の画像データと第五の画像データとを用いて生成された前記第二の画像データと、を取得する取得工程と、

ユーザ指示に応じて決定される第三の画角を有し、前記第一の画像データおよび前記第二の画像データの視点に対応する視点を持つ第三の画像データであって、前記第一の画角よりも小さく、前記第二の画角よりも大きい前記第三の画角を有する前記第三の画像データを、前記第一の画像データと前記第二の画像データとを重みづけ合成することで生成する生成工程と、

前記生成工程において、

前記第三の画角が前記第二の画角に近づくほど、前記第一の画像データに対する前記第二の画像データの重みが大きくなるように、前記重みづけ合成に用いられる前記第一の画像データの重みと前記第二の画像データの重みとが決定され、

決定された前記第一の画像データの重みと前記第二の画像データの重みとを用いて、前記第一の画像データと前記第二の画像データとの重みづけ合成が行われることを特徴とする画像処理方法。

【請求項 1 4】

第一の画角を有する第一の画像データを撮像する第一の撮像工程と、

前記第一の画角よりも小さい第二の画角を有する第四の画像データを撮像する第二の撮像工程と、

前記第二の画角を有する第五の画像データを撮像する第三の撮像工程と、

前記第二の撮像工程および前記第三の撮像工程は、それぞれ互いに異なる視点で行われ、

前記第一の画像データと、前記第一の画像データの視点に対応する視点を持つ第二の画像データであって、前記第四の画像データと前記第五の画像データとを用いて生成された前記第二の画像データと、を取得する取得工程と、

ユーザ指示に応じて決定される第三の画角を有し、前記第一の画像データおよび前記第二の画像データの視点に対応する視点を持つ第三の画像データであって、前記第一の画角よりも小さく、前記第二の画角よりも大きい前記第三の画角を有する前記第三の画像データを、前記第一の画像データと前記第二の画像データとを重みづけ合成することで生成する生成工程と、

前記生成工程において、

前記第三の画角が前記第二の画角に近づくほど、前記第一の画像データに対する前記第二の画像データの重みが大きくなるように、前記重みづけ合成に用いられる前記第一の画像データの重みと前記第二の画像データの重みとが決定され、

決定された前記第一の画像データの重みと前記第二の画像データの重みとを用いて、前記第一の画像データと前記第二の画像データとの重みづけ合成が行われることを特徴とする撮像方法。

【請求項 1 5】

コンピュータを、請求項 1 から請求項 1 1 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置の各手

10

20

30

40

50

段として機能させるためのプログラム。

【請求項 1 6】

コンピュータを、請求項 1 2 に記載の撮像装置の各手段として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、画像処理装置、画像処理方法およびプログラムに関する。具体的には、画角の異なる複数の撮像画像データを基に別の画角の画像データを生成する画像処理装置、画像処理方法およびプログラムに関する。

10

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来、撮像画像の所望の領域を拡大することにより画像処理によってズームを実現する技術（電子ズーム）が知られている。この方法ではズーム倍率を大きくするほど拡大倍率も大きくなり、次第に解像感が損なわれてしまうという問題があった。そこで、画角の異なる複数のカメラを用いることで解像感を損なわずに画像処理によるズームを行う技術（例えば、特許文献 1）が知られている。特許文献 1 は、画角の広いカメラと画角の狭いカメラからなる撮像装置を用いる。ズーム倍率が小さい場合は画角の広いカメラを用いて電子ズーム処理を行い、ズーム倍率が所定の値よりも大きくなったら使用するカメラを切り替えて画角の狭いカメラを用いて電子ズーム処理を行う。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

【特許文献 1】特許第 4 3 4 1 0 1 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

しかしながら、特許文献 1 では、使用するカメラが切り替わる際に解像感が大きく変化してしまうという課題があった。

【0 0 0 5】

30

そこで本発明では、解像感を損なわないとともに、解像感の変化が滑らかな電子ズームを実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 6】

本発明に係る画像処理装置は、撮像によって取得された第一の画角を有する第一の画像データと、前記第一の画角よりも小さい第二の画角を有し、前記第一の画像データの視点に対応する視点を持つ第二の画像データであって、それぞれ前記第二の画角を有し、それ互いに異なる視点から撮像された第四の画像データと第五の画像データとを用いて生成された前記第二の画像データと、を取得する取得手段と、ユーザ指示に応じて決定される第三の画角を有し、前記第一の画像データおよび前記第二の画像データの視点に対応する視点を持つ第三の画像データであって、前記第一の画角よりも小さく、前記第二の画角よりも大きい前記第三の画角を有する前記第三の画像データを、前記第一の画像データと前記第二の画像データとを重みづけ合成することで生成する生成手段と、前記生成手段は、前記第三の画角が前記第二の画角に近づくほど、前記第一の画像データに対する前記第二の画像データの重みが大きくなるように、前記重みづけ合成に用いられる前記第一の画像データの重みと前記第二の画像データの重みとを決定し、決定された前記第一の画像データの重みと前記第二の画像データの重みとを用いて、前記第一の画像データと前記第二の画像データとの重みづけ合成を行うことを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0 0 0 7】

50

本発明は、解像感を損なわずに滑らかな電子ズームを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の実施例1に係る複数の撮像部を備えた多眼方式の撮像装置の一例を示す図である。

【図2】多眼方式の撮像装置の内部構成の一例を示すブロック図である。

【図3】撮像部の内部構成の一例を示す図である。

【図4】本発明の実施例1に係る概要機能構成を示す図である。

【図5】本発明の実施例1に係る処理全体の動作を示すフローチャートである。

【図6】本発明の実施例1に係る仮想画角画像生成処理の動作を示すフローチャートである。 10

【図7】本発明の実施例1に係る仮想画角と重みの関係を示す図である。

【図8】本発明の実施例1に係る撮像画像1と撮像画像2の対応関係を示す図である。

【図9】本発明の実施例1に係る撮像画像1と仮想画角画像の対応関係を示す図である。

【図10】画像合成処理における撮像画像1、撮像画像2、仮想画角画像の対応関係を示す図である。

【図11】画像合成処理時でブレンド処理を行う際の撮像画像1、撮像画像2、仮想画角画像の対応関係を示す図である。 20

【図12】本発明の実施例4に係る複数の撮像部を備えた多眼方式の撮像装置の一例を示す図である。

【図13】本発明の実施例1に係る仮想画角画像生成処理の動作を示すフローチャートである。 20

【図14】本発明の実施例5に係る複数の撮像部を備えた多眼方式の撮像装置の一例を示す図である。

【図15】本発明の実施例5に係る仮想画角画像生成処理の動作を示すフローチャートである。 30

【図16】本発明の実施例5における仮想画角と重みの関係を示す図である。

【図17】本発明の実施例5における仮想視点画像I1' と仮想視点画像I2' の対応関係を示す図である。

【図18】本発明の実施例5における仮想視点画像I1' と仮想画角画像の対応関係を示す図である。 30

【図19】本発明の画像合成処理における仮想視点画像I1' 仮想視点画像I2' と仮想視点画像I3' 、仮想画角画像の対応関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下に図面を参照して、発明の実施の形態を詳しく説明する。なお、以下の実施の形態はあくまで例示であり、本発明の範囲を限定する趣旨のものではない。

【実施例1】

【0010】

本実施例では、画角の異なる2つの撮像画像データとユーザの指定した仮想画角とを基に、仮想画角に対応する仮想画角画像データを生成する。この際、仮想画角を大きくすることでズーム倍率の小さな仮想画角画像データが得られ、仮想画角を小さくすることでズーム倍率の大きな仮想画角画像データが得られる。すなわち、ユーザは仮想画角を変えることで、仮想画角画像データのズーム倍率を変えることができる。本実施例は、撮像の際のプレビュー画像データを生成する処理として、あるいは撮像後に任意のズーム倍率の画像データを生成する処理として利用可能である。 40

【0011】

図1は、複数の撮像部を備えた多眼方式による多視点撮像装置の一例を示す図である。

図1(a)に示すように、撮像装置100はカラー画像データを取得する2個の撮像部101~102及び撮像ボタン103を備えている。図1(b)に示すように撮像部101 50

と撮像部 102 は、それぞれの光軸 104、105 が平行になるように配置されている。本実施例では、撮像部 101 と撮像部 102 の水平方向の間隔を R、垂直方向の間隔を T、撮像部 101 の水平画角を 1、垂直画角を 1、撮像部 102 の水平画角を 2、垂直画角を 2 とする。なお、1 > 2 かつ 1 > 2 とし、撮像部 102 よりも撮像部 101 の方が画角が広いものとする。ユーザが撮像ボタン 103 を押下すると、撮像部 101 ~ 102 が被写体の光情報をセンサ（撮像素子）で受光し、受光した信号が A/D 変換され、複数のデジタルデータ（撮像画像データ）が同時に得られる。撮像画像データには、撮像時のフォーカス設定などに基づき導出された撮像装置 100 から被写体までの距離 L がタグ情報として付与されるものとする。

【0012】

10

このような多眼方式の撮像装置により、同一の被写体を複数の視点位置から撮像した撮像画像データ群を得ることができる。なお、ここでは撮像部の数を 2 個としたが撮像部の数は 2 個に限定されず、撮像装置が複数の撮像部を有する限りにおいてその数によらず本実施例は適用可能である。

【0013】

図 2 は、撮像装置 100 の内部構成を示すブロック図である。中央処理装置（CPU）201 は、以下に述べる各部を統括的に制御する。RAM 202 は、CPU 201 の主メモリ、ワークエリア等として機能する。ROM 203 は、CPU 201 で実行される制御プログラム等を格納している。

【0014】

20

バス 204 は、各種データの転送経路となる。例えば、撮像部 101 ~ 102 によって取得された撮像画像データは、このバス 204 を介して所定の処理部に送られる。操作部 205 はユーザの指示を受け取る。具体的にはボタンやモードダイヤルなどが含まれ、撮像指示やズーム指示を受け取ることができる。表示部 206 は撮像画像や文字の表示を行い、例えば、液晶ディスプレイが用いられる。また、表示部 206 はタッチスクリーン機能を有していても良い。その場合はタッチスクリーンを用いた撮像指示やズーム指示などのユーザ指示を操作部 205 の入力として扱うことも可能である。

【0015】

表示制御部 207 は、表示部 206 に表示される画像や文字の表示制御を行う。撮像制御部 208 は、フォーカスを合わせる、シャッターを開く・閉じる、絞りを調節するなどの、CPU 201 からの指示に基づいた撮像部の制御を行う。デジタル信号処理部 209 は、バス 204 を介して受け取った撮像画像データに対し、ホワイトバランス処理、 gamma 处理、ノイズ低減処理などの各種処理を行う。

30

【0016】

エンコード部 210 は、撮像画像データを JPEG や MPEG などのファイルフォーマットに変換する処理を行う。外部メモリ制御部 211 は、撮像装置 100 を、外部メモリ 213（例えば、PC、ハードディスク、メモリーカード、CF カード、SD カード、USB メモリ）に結合するためのインターフェースである。画像処理部 212 は、撮像部 101 ~ 102 で取得された撮像画像データ群或いは、デジタル信号処理部 209 から出力される撮像画像データ群を用いて画像合成などの画像処理を行う。例えば、画角の異なる複数の画像データとユーザのズーム指示によって設定された仮想画角とを用いて、仮想画角に対応した仮想画角画像データを生成する。

40

【0017】

なお、撮像装置の構成要素は上記以外にも存在するが、本実施例の主眼ではないので、説明を省略する。

【0018】

図 3 は、撮像部 101 の内部構成を示す図である。撮像部 101 は、レンズ 301 ~ 302、絞り 303、シャッター 304、光学ローパスフィルタ 305、IR カットフィルタ 306、カラーフィルタ 307、センサ 308 及び A/D 変換部 309 で構成される。レンズ 301 ~ 302 は夫々、フォーカスレンズ 301、ぶれ補正レンズ 302 である。

50

センサ308は、例えばC M O SやC C Dなどのセンサであり、上記の各レンズでフォーカスされた被写体の光量を検知する。検知された光量はアナログ値としてセンサ308から出力され、A / D変換部309によってデジタル値に変換されて、デジタルデータとなってバス204に出力される。なお、撮像部102についても同様の構成とすることができる。

【0019】

次に、本実施形態に係る一連の処理を行う際の概要機能構成について、図4を用いて説明する。C P U 2 0 1の機能部としての撮像データ入力部401は撮像部101、102によって撮像された複数の撮像画像データ404を撮像部101、102から取得する。あるいは撮像データ入力部401は、あらかじめR A M 2 0 2や外部メモリ213等に記憶されていた撮像画像データ404を取得するなどしてもよい。また、撮像データ入力部401は、撮像部101の画角1、1、撮像部102の画角2、2、及び撮像部101と撮像部102との間隔Rを含む撮像情報405をR O M 2 0 3や外部メモリ213などの記憶装置から取得する。

【0020】

C P U 2 0 1の機能部としての画像処理パラメータ入力部402は仮想画角'を含む画像処理パラメータ406をR O M 2 0 3や外部メモリ213などの記憶装置から取得する。なお、仮想画角'は操作部205などで受け取ったユーザのズーム指示に従い決定され、記憶装置に記憶されているものとする。画像処理部212は、複数の撮像画像データ404と撮像情報405と画像処理パラメータ406に含まれる仮想画角'を基に、仮想画角'に対応する仮想画角画像データ407を生成する。最後にC P U 2 0 1の機能部としての出力部405は、仮想画角画像データ407を表示部206や外部メモリ213へ出力する。

【0021】

図5は、本実施例の画像処理装置における一連の処理の動作手順を示すフローチャートである。詳細には、図5のフローチャートに示す手順を記述したプログラムを、R O M 2 0 3からR A M 2 0 2上に読み込んだ後に、C P U 2 0 1によって該プログラムを実行することによって当該処理が実施される。

【0022】

以下、図5に示す各処理について説明する。まず、ステップS501の画像データ取得処理において、撮像データ入力部401は撮像部101、102によって撮像された複数の撮像画像データ404を撮像部101、102から取得する。取得した撮像画像データ404はR A M 2 0 2などに記憶される。あるいは、あらかじめ外部メモリ213などに撮像画像データ404を保持しておく、これを撮像データ入力部401が取得するようにしてもよい。また、撮像データ入力部401は撮像部101の画角1、1と、撮像部102の画角2、2と、撮像部101と撮像部102との間隔Rと、を含む撮像情報405をR O M 2 0 3や外部メモリ213などの記憶装置から取得する。

【0023】

次にステップS502の画像処理パラメータ取得処理(仮想画角取得処理)において、画像処理パラメータ入力部402は仮想画角'を含む画像処理パラメータ406をR O M 2 0 3や外部メモリ213などの記憶装置から取得する。

【0024】

次にステップS503において、画像処理部212はステップS501で記憶された撮像画像データ404および撮像情報405と、ステップS502で取得された画像処理パラメータ406とを用い、仮想画角画像データ407の生成を行う。生成した仮想画角画像データ407はR A M 2 0 2などに記憶される。ステップS503の処理については後に詳述する。

【0025】

最後にステップS504において、出力部405はステップS503で記憶した仮想画角画像データ407を表示部206や外部メモリ213に出力する。表示部206に出力

10

20

30

40

50

することにより、仮想画角画像データ407が示す画像を表示できる。外部メモリ213に出力することにより、仮想画角画像データ407を外部メモリに記憶できる。

【0026】

<仮想画角画像データ生成処理>

ここでは、ステップS503で行う仮想画角画像データ生成処理について説明する。仮想画角画像データ生成処理ではステップS501で記憶された撮像画像データおよび撮像情報405と、ステップS502で取得された画像処理パラメータ406とを用い、仮想画角画像データ407の生成を行う。以下、図6に示すフローチャートを用い、仮想画角画像データ生成処理の詳細を説明する。

【0027】

まず、ステップS601において、画像処理部212は、撮像情報405に含まれる撮像部101の画角1、撮像部102の画角2、および画像処理パラメータ406に含まれる仮想画角'を基に、重みを決定する。決定される重みは、生成する仮想画角画像データ407に対する撮像画像データ404の重みである。以下、撮像部101、102で撮像した撮像画像データが示す撮像画像をそれぞれI1、I2とする。先に説明したように、撮像部101の方が撮像部102よりも画角が広い。したがって、撮像画像I1の方が撮像画像I2よりも画角が広い。また、撮像画像I1、I2に対する重みをw1、w2とする。仮想画角' と重みw1、w2との関係の例を図7(a)に示す。図7(a)では、重みw1、w2は仮想画角'の値が大きくなるほど重みw1の値を大きくする。すなわち、仮想画角'に近い画角を有する撮像画像の重みを大きくする。具体的には下記の式で表される。

【0028】

【数1】

$$w1 = \frac{\theta' - \theta2}{\theta1 - \theta2} \quad (1)$$

$$w2 = 1 - w1$$

【0029】

決定した重みw1、w2はRAM202などの記憶装置に記憶される。

【0030】

次に、ステップS602では、画像処理部212は、撮像画像I1と撮像画像I2との位置合わせを行う。具体的には、撮像画像I1に写っている被写体と、撮像画像I2に写っている被写体とが重なるように、撮像画像I1の各画素(x, y)と撮像画像I2の各画素(x', y')とをアフィンパラメータa1~a6を用いて対応付ける。画素(x, y)、画素(x', y')およびアフィンパラメータa1~a6の関係は以下の式のようになる。

【0031】

【数2】

$$\begin{aligned} x' &= a1x + a2y + a3 \\ y' &= a4x + a5y + a6 \end{aligned} \quad (2)$$

【0032】

以下、アフィンパラメータa1~a6の決定方法の例を説明する。ここでは、撮像部101の画角1、1、撮像部102の画角2、2、被写体までの距離L、撮像部の間隔Rを基に下記の式に従いアフィンパラメータa1~a6を決定する。

【0033】

10

20

30

40

【数3】

$$a1 = \frac{\tan(\theta2/2)}{\tan(\theta1/2)}$$

$$a3 = s1$$

$$a5 = \frac{\tan(\phi2/2)}{\tan(\phi1/2)} \quad (3)$$

$$a6 = t1$$

$$a2 = a4 = 0$$

10

【0034】

ここで $s1$ 、 $t1$ は図 8 に示すように、撮像画像 I_1 において、位置合わせ後の撮像画像 I_2 に対応する領域から撮像画像 I_1 の端部までの距離にあたり、下記の式で求められる。なお、図 (b) も併せて参照されたい。

【0035】

【数4】

$$s1 = \frac{W}{2L \tan(\theta1/2)} \Delta S \quad (4)$$

$$t1 = \frac{H}{2L \tan(\phi1/2)} \Delta T$$

20

【0036】

ここで、 W と H とは、撮像画像 I_1 における幅と高さとを示す。また、 S 、 T は見切れている被写体の長さであり、下記の式で求められる。

【0037】

【数5】

$$\Delta S = L \left(\tan\left(\frac{\theta1}{2}\right) - \tan\left(\frac{\theta2}{2}\right) \right) - R \quad (5)$$

$$\Delta T = L \left(\tan\left(\frac{\phi1}{2}\right) - \tan\left(\frac{\phi2}{2}\right) \right) - T$$

30

【0038】

以上のようにして決定されたアフィンパラメータ $a1 \sim a6$ は RAM202 などの記憶装置に記憶される。

【0039】

次に、ステップ S603 では、画像処理部 212 は、画像処理パラメータ 406 に含まれる仮想画角 ϕ を基に、撮像画像 I_1 に対する仮想画角領域を設定する。具体的には、図 9 に示すように撮像画像 I_1 の画素 (x, y) と仮想画角画像 407 の画素 (x'', y'') との関係を表すアフィンパラメータ $b1 \sim b6$ を決定する。以下にその式を示す。

40

【0040】

【数6】

$$x = b1x'' + b2y'' + b3 \quad (6)$$

$$y = b4x'' + b5y'' + b6$$

【0041】

以下、アフィンパラメータ $b1 \sim b6$ の決定方法の例を説明する。ここでは、撮像画像 I_1 の画角と、仮想画角画像の画角と、撮像画像 I_1 のサイズとを基に下記の式に従いアフィンパラメータ $b1 \sim b6$ を決定する。

【0042】

50

【数7】

$$\begin{aligned}
 b1 &= \frac{W'}{W} \\
 b3 &= s2 \\
 b5 &= \frac{H'}{H} \\
 b6 &= t2
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

 $b2 = b4 = 0$

【0043】

ここで、 W' と H' とは、撮像画像 I_1 における仮想画角領域の幅と高さとを示す。また、 $s2$ 、 $t2$ は図 9 に示す仮想画角領域から撮像画像 I_1 の端部までの距離であり、例えば下記の式で求められる。

【0044】

【数8】

$$\begin{aligned}
 s2 &= \frac{W}{2} \left(1 - \frac{\tan(\theta'/2)}{\tan(\theta/2)} \right) \\
 t2 &= \frac{H}{2} \left(1 - \frac{\tan(\phi'/2)}{\tan(\phi/2)} \right)
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

【0045】

以上のようにして決定されたアフィンパラメータ $b_1 \sim b_6$ は RAM202 などの記憶装置に記憶される。

【0046】

最後に、ステップ S604 で画像処理部 212 は、撮像画像データ 404 から仮想画角画像データ 407 を生成する。ステップ S604 では、ステップ S601 で記憶した重み w_1 、 w_2 とステップ S602 で記憶したアフィンパラメータ $a_1 \sim a_6$ とステップ S603 で記憶したアフィンパラメータ $b_1 \sim b_6$ とを用いて仮想画角画像データ 407 を生成する。具体的には、以下の式に従い撮像画像 I_1 、 I_2 を加重平均することで仮想画角画像データ 407 を生成する。

【0047】

【数9】

$$I''(x'', y'') = \begin{cases} (1-w2)I1(x, y) + w2I2(x', y') & (x', y') \text{が撮像画像 } I_2 \text{ に含まれる場合} \\ I1(x, y) & (x', y') \text{が撮像画像 } I_2 \text{ に含まれない場合} \end{cases}
 \tag{9}$$

【0048】

ここで、 I'' は仮想画角画像データ 407 が示す仮想画角画像である。図 10 は、画像合成処理における撮像画像 I_1 、 I_2 と仮想画角画像 I'' との対応関係を示す図である。仮想画角画像 I'' の画素 (x'' 、 y'') は、撮像画像 I_1 にある画素 (x 、 y) とアフィンパラメータ $b_1 \sim b_6$ とから決定する。また、仮想画角画像 I'' の画素 (x'' 、 y'') に対応する撮像画像 I_2 にある画素 (x' 、 y') は撮像画像 I_1 の画素 (x 、 y) とアフィンパラメータ $a_1 \sim a_6$ とから決定する。これらの関係を用いることにより、撮像画像 I_1 と I_2 から仮想合成画像 I'' を示す仮想画角画像データ 407 を生成する。生成された仮想画角画像データ 407 は RAM202 などの記憶装置に記憶される。以上で仮想画角画像生成処理を終了する。

【0049】

以上説明した処理制御を行うことで、任意の仮想画角に対応する仮想画角画像データを生成することができる。ユーザのズーム指示に応じて仮想画角画像データを生成し表示す

10

20

30

40

50

ることにより解像感の変化が滑らかな電子ズームを実現できる。

【0050】

なお、本実施例では重み $w1$ 、 $w2$ を仮想画角 θ' の値に応じて図7(a)に従うように線形に変化させていたが、重みと仮想画角の関係はこれに限らない。例えば、図7(b)に示すように、重み $w1$ 、 $w2$ を仮想画角 θ' の値に応じて変化させてもよい。具体的には下記の式で表される。

【0051】

【数10】

$$w1 = \frac{1}{1+e^{-\alpha(\theta'-\beta)}} \quad (10)$$

$$\beta = \frac{\theta1 - \theta2}{2}$$

$$w2 = 1 - w1$$

10

【0052】

図7(b)のような非線形な重みを用いることにより、ユーザのズーム指示に対してより滑らかに解像感を変化させることが出来る。あるいは、図7(c)に示すように、仮想画角 θ' の値に応じて重み $w1$ 、 $w2$ を0あるいは1に切り替えてよい。

【0053】

【数11】

$$w1 = \begin{cases} 0 & (\theta' < \theta1) \\ 1 & (\theta1 \leq \theta') \end{cases} \quad (11)$$

$$w2 = 1 - w1$$

20

【0054】

図7(c)のような重みを用いることにより、撮像画像データ404の一部である解像感の高い撮像画像 $I2$ を優先的に使用することができるため、仮想画角画像データ407の解像感を向上させることができる。

【0055】

また、本実施例では光軸104と光軸105とが平行であるとしたが、厳密に平行でない場合でも適用可能である。ただし、この場合はアフィンパラメータ $a1 \sim a6$ の決定方法を変える必要がある。例えば、撮像画像1と撮像画像2から領域毎の動きベクトルを決定し、それを基に最小二乗法などを用いてアフィンパラメータを $a1 \sim a6$ を決定すればよい。あるいは、アフィンパラメータの代わりに動きベクトルを基に射影変換パラメータを求めることで、撮像画像 $I1$ と撮像画像 $I2$ とを対応付けるなどしても構わない。

30

【0056】

また、図11(a)に示すように、撮像画像 $I2$ の端部からの距離が D 以下の領域を新たにブレンド用の領域とし、撮像画像 $I1$ との境界が目立たないようにブレンド処理を施してもよい。具体的には以下の式に従い撮像画像 $I1$ 、 $I2$ を加重平均することで仮想画角画像データ407を生成する。

40

【0057】

【数12】

$$I''(x'', y'') = \begin{cases} (1-w3)I1(x, y) + w3I2(x', y') & (x', y') \text{が撮像画像 } I2 \text{ に含まれる場合} \\ I1(x, y) & (x', y') \text{が撮像画像 } I2 \text{ に含まれない場合} \end{cases} \quad (12)$$

【0058】

ここで $w3$ は、図11(b)に示すように、撮像画像 $I2$ の画素 (x', y') から撮像画像 $I2$ の画像端部までの距離 d によって定められる重み値であり、 d が大きいほど大き

50

くなるように設定される。上式に従い撮像画像 I_1 、 I_2 を合成することにより、撮像画像 I_1 、 I_2 の境界部分が滑らかになるよう合成できる。

【実施例 2】

【0059】

実施例 1 では図 7 (a) ~ (c) に示す重みのうちいずれかを用いて仮想画角画像データ 407 を生成した。実施例 2 では、ユーザが設定したモードに応じて重みを切り換える。これにより撮像モードに応じた仮想画角画像データ 407 を生成することが可能となる。

【0060】

実施例 2 では撮像モードとしてノイズ低減優先モードと解像度優先モードとが切り換え可能であるとする。モードは操作部 205 から得られるユーザ操作によって切り換えられる。各モードにおける重みの例を以下に述べる。ノイズ低減優先モードでは図 7 (a) あるいは図 7 (b) に示す重みを用いて合成を行い、解像度優先モードでは図 7 (c) に示す重みを用いて合成を行う。これにより、ノイズ低減優先モードでは撮像画像 I_1 と撮像画像 I_2 を平均化することでノイズ低減効果を得られる。また、解像度優先モードでは、 $t = 1$ とすることにより 1' 、 2 の範囲で撮像画像 I_1 よりも解像感の高い撮像画像 I_2 を優先的に使用することができる。これにより、仮想画角画像データ 407 の解像感を向上させることができる。

【0061】

以上、説明した処理を行うことで撮像モードに応じた仮想画角画像データ 407 を生成することが可能となる。

【実施例 3】

【0062】

実施例 1 および実施例 2 では、画像全体に対して一組の重み w_1 、 w_2 を用いて仮想画角画像データ 407 を生成した。実施例 3 では、領域毎に計算した撮像画像 I_1 と撮像画像 I_2 と画像データ間の差分を基に重み w_1 、 w_2 を補正することにより、領域毎に異なる重みを用いて仮想画角画像データ 407 を生成する。これにより、位置合わせ誤差による解像感の劣化を抑制することができる。

【0063】

具体的には、まず仮想画角画像データ 407 が示す仮想画角画像を複数の矩形領域に分割する。そして、この矩形領域毎に対応する撮像画像 I_1 の画素 (x 、 y) と撮像画像 I_2 の画素 (x' 、 y') の差分絶対値の和を計算する。そして、求めた差分に基づき重み w_1 、 w_2 に対して補正処理を施す。具体的には、差分の大きな領域では、重み w_2 を大きくし w_1 の値を小さくするように補正をかける。これにより、差分の大きな領域では撮像画像 I_2 と同等の解像感となり、位置合わせ誤差による仮想画角画像の解像感の劣化を抑制することができる。

【0064】

なお、本実施例では重み w_2 を大きくし w_1 の値を小さくするように補正をかけたが、逆に重み w_1 を大きくし w_2 の値を小さくするように補正をかけても構わない。この場合は差分の大きな領域では撮像画像 I_1 と同等の解像感となるが、位置合わせ誤差による仮想画角画像の解像感の劣化は抑制することができる。

【0065】

なお、本実施例では撮像画像 I_1 の画素 (x 、 y) と撮像画像 I_2 の画素 (x' 、 y') との差分絶対値の和を基に重みを設定したが重みの決め方はこれに限らない。撮像画像 I_1 と撮像画像 I_2 との差分を表す値であれば本実施例を適用可能である。

【0066】

以上、説明した処理を行うことで位置合わせ誤差による解像感の劣化を抑制することができる。

【実施例 4】

【0067】

10

20

30

40

50

実施例 1 ~ 3 では、主に平面被写体を対象とし、異なる位置から撮像した画角の異なる撮像画像データを加重平均することにより仮想画角画像データ 407 を生成する例を説明した。実施例 4 では、画角 2 の複数の撮像画像データから画角 1 の撮像画像データと同じ視点に対応する画角 1 の仮想視点画像データを生成する。そして、画角 1 の撮像画像データと生成した画角 1 の仮想視点画像データとを足し合わせることにより仮想画角画像データを生成する。これにより、奥行のある被写体に対しても良好な仮想画角画像データを生成することが可能となる。

【0068】

実施例 1 ~ 3 と比べて、実施例 3 では撮像装置 100 と仮想画角画像生成処理 S503 10 とが異なる。図 12 (a) に実施例 4 における撮像装置の一例を示す。撮像装置の筐体 1200 は撮像画像データを取得する 3 個の撮像部 1201 ~ 1203 及び撮像ボタン 1204 を備えている。図 12 (b) に示すように撮像部 1201 ~ 1203 は、それぞれの光軸が平行になるように配置されている。本実施例では、各撮像部 1201 ~ 1203 の間隔を R とする。撮像部 1201 の水平画角を 1、垂直画角を 1 とする。撮像部 1202、1203 の水平画角を 2、垂直画角を 2 とする。すなわち、撮像部 1202 と撮像部 1203 とは同一の画角を有する。なお、1 > 2 かつ 1 > 2 とし、撮像部 1202、1203 よりも撮像部 1201 の方が画角が広いものとする。ユーザが撮像ボタン 1204 を押下すると、撮像部 1201 ~ 1203 が被写体の光情報をセンサ (撮像素子) で受光し、受光した信号が A/D 変換され、複数の撮像画像データが同時に撮像される。撮像画像データには、撮像時のフォーカス設定などに基づき導出された撮像装置 1200 から被写体までの距離 L がタグ情報として付与されるものとする。以下、撮像部 1201、1202、1203 で撮像した撮像画像データが示す撮像画像をそれぞれ I1、I2、I3 とする。

【0069】

このような多眼方式の撮像装置により、同一の被写体を複数の視点位置から撮像したカラー画像群を得ることができる。なお、ここでは撮像部の数を 3 個としたが撮像部の数は 3 個に限定されない。以上が実施例 4 における撮像装置の一例である。

【0070】

次に図 13 に示すフローチャートを用いて、実施例 4 における仮想画角画像データ生成処理の詳細を説明する。

【0071】

まず、ステップ S1301 において画像処理部 212 は、撮像画像データ 404 が示す撮像画像 I2 および撮像画像 I3 から視差補間処理によって撮像部 1202 と撮像部 1203 との間の位置の視点に対応する画像データを生成する。すなわち、同じ画角を有する撮像画像データから仮想視点画像データを生成する。具体的には、撮像部 1201 の位置の視点に対応する仮想視点画像 I' を示す仮想視点画像データを生成する。視差補間処理には既存の方法を利用する。例えば、撮像画像 I2 と撮像画像 I3 の 2 画像を用いてブロックマッチングを行い決定した各画素の視差量を基に、撮像部 1201 の位置の視点に対応する仮想視点画像 I' を生成してもよい。あるいは 2 画像から抽出した特徴点を対応付け、各特徴点の対応関係を基にモーフィング処理を行うことで撮像部 1201 の位置の視点に対応する仮想視点画像 I' を生成することもできる。

【0072】

次に、ステップ S1302 で画像処理部 212 は、生成する仮想画角画像データ 407 に対する撮像画像データ 404 及び仮想視点画像データの重みを決定する。すなわち、撮像情報 405 に含まれる画角 1、画角 2 および画像処理パラメータに含まれる仮想画角 I' を基に重みを決定する。実施例 4 では、撮像画像 I1 と仮想視点画像 I' に対する重みを決定する。なお、具体的な処理はステップ S601 と同様である。

【0073】

次に、ステップ S1303 では、撮像画像 I1 と仮想視点画像 I' との位置合わせを行う。具体的には、ステップ S602 と同様に、撮像画像 I1 の画素 (x, y) と第 1 の仮

10

20

30

40

50

想視点画像 I' の画素 (x', y') との位置関係を表すアフィンパラメータ a1 ~ 6 を決定する。ステップ S 602 との違いは、S、T の決定方法であり、ここでは下記の式で求める。

【0074】

【数13】

$$\Delta S = L \left(\tan\left(\frac{\theta 1}{2}\right) - \tan\left(\frac{\theta 2}{2}\right) \right) \quad (13)$$

$$\Delta T = L \left(\tan\left(\frac{\phi 1}{2}\right) - \tan\left(\frac{\phi 2}{2}\right) \right)$$

10

【0075】

以上のようにして決定されたアフィンパラメータ a1 ~ a6 は RAM 202 などの記憶装置に記憶される。

【0076】

次に、ステップ S 1304 では、画像処理部 212 は、画像処理パラメータ 406 に含まれる仮想画角'を基に、撮像画像 I1 に対する仮想画角領域を設定する。具体的な処理はステップ S 603 と同様である。

【0077】

最後に、ステップ S 1305 では、画像処理部 212 は、撮像画像 I1 と仮想視点画像 I' から仮想画角画像を示す仮想画角画像データ 407 を生成する。ステップ S 1305 では、ステップ S 1302 で記憶した重み w1、w2 とステップ S 1303 で記憶したアフィンパラメータ a1 ~ a6 とステップ S 1304 で記憶したアフィンパラメータ b1 ~ b6 を用いて、像を示す仮想画角画像データ 407 を生成する。具体的な処理はステップ S 604 の I2 を I' に置き換えたものと同様である。

20

【0078】

以上、説明した処理を行うことで奥行きのある被写体に対しても良好な仮想画角画像データ 407 を生成することが可能となる。

【実施例 5】

【0079】

30

実施例 4 では、撮像画像と同じ視点に対応する仮想視点画像を生成して、撮像画像と仮想視点画像とを用いることで奥行きのある被写体に対して良好に仮想画角画像データを生成する例を説明した。

【0080】

実施例 5 では、まず撮像画像から所定の視点における画角の異なる仮想視点画像を複数生成する。そして、生成した複数の仮想視点画像のうち、所望の仮想画角に近い画角を有する仮想視点画像を優先的に使用して仮想画角画像を生成する。これにより、仮想視点画像に対して行なう画像拡大処理の拡大倍率を小さくできるので、画像の解像度の低下を抑えつつ、奥行きのある被写体に対して、実施例 4 よりも高倍率な電子ズームが可能になる。

40

【0081】

実施例 1 ~ 4 と比べて、実施例 5 では撮像装置 100 と仮想画角画像生成処理 S 503 が異なる。

【0082】

図 14 (a) に実施例 5 における撮像装置の一例を示す。撮像装置 1400 は、カラー画像を取得する 6 個の撮像部 1402 ~ 1407 及び撮像ボタン 1408 を備えている。図 14 (b) に示すように撮像部 1402 ~ 1407 は、それぞれの光軸が平行になるように配置されている。本実施例では、撮像部 1402、1403 の間隔を R1、撮像部 1404、1405 の間隔を R2、撮像部 1406、1407 の間隔を R3 とする。また、撮像部 1402、1403 の水平画角を 3、垂直画角を 3、撮像部 1404、1405 の水平画角を 3、垂直画角を 3、撮像部 1406、1407 の水平画角を 3、垂直画角を 3 とする。

50

5の水平画角を 2、垂直画角を 2、撮像部 1406、1407の水平画角を 1、垂直画角を 1、とする。なお、1>2>3かつ1>2>3とし、最も画角が広いのは撮像部 1406、撮像部 1407であり、最も画角が狭いのは撮像部 1402、1403である。また、同じ画角を有する撮像部は仮想視点位置 1401を中心に対称となるように配置されている。

【0083】

ユーザが撮像ボタン 1408を押下すると、撮像部 1402～1407が被写体の光情報をセンサ（撮像素子）で受光し、受光した信号がA/D変換され、複数のカラー画像データ（デジタルデータ）が同時撮像される。カラー画像データには、撮像時のフォーカス設定などに基づき算出された撮像装置 1400から被写体までの距離 L がタグ情報として付与されるものとする。以下、撮像部 1402、1403、1404、1405、1406、1407で撮像した撮像画像をそれぞれ I2、I3、I4、I5、I6、I7とする。

10

【0084】

このような多眼方式の撮像装置により、同一の被写体を複数の視点位置から撮像したカラー画像群を得ることができる。なお、ここでは撮像部の数を6個としたが撮像部の数は6個に限定されない。以上が実施例5における撮像装置の一例である。

【0085】

次に図15に示すフローチャートを用いて、実施例5における仮想画角画像生成処理の詳細を説明する。概要としては、まず撮像画像データ 404から視差補間処理により、図14に示す仮想視点位置 1401に対応する画角の異なる3つの仮想視点画像データを生成する。その後、3つの仮想視点画像データを基に仮想画角画像データを生成する。以下、説明を簡便にするため、仮想視点画像データが生成されることを、単に仮想視点画像が生成される、として説明する。同様に、仮想画角画像データが生成されることを、単に、仮想画角画像が生成される、として説明する。フローチャートを参照しながら詳細に説明する。

20

【0086】

まず、ステップ S1501において画像処理部 212は、撮像画像データ 404に含まれる撮像画像 I2、I3から視差補間処理によって撮像部 1402と撮像部 1403との間の位置に対応する画像を生成する。具体的には、仮想視点位置 1401の位置に対応する仮想視点画像 I1'を生成する。視差補間処理には実施例4同様に既存の方法を利用する。

30

【0087】

次に、ステップ S1502において画像処理部 212は、撮像画像データ 404に含まれる撮像画像 I4、I5から視差補間処理によって撮像部 1404と撮像部 1405との間の位置に対応する画像を生成する。具体的には、仮想視点位置 1401の位置に対応する仮想視点画像 I2'を生成する。視差補間処理には実施例4同様に既存の方法を利用する。

【0088】

次に、ステップ S1503において画像処理部 212は、撮像画像データ 404に含まれる撮像画像 I6、I7から視差補間処理によって撮像部 1406と撮像部 1407との間の位置に対応する画像を生成する。具体的には、仮想視点位置 1401の位置に対応する仮想視点画像 I3'を生成する。視差補間処理には実施例4同様に既存の方法を利用する。

40

【0089】

次に、ステップ S1504で画像処理部 212は、撮像情報 405に含まれる画角 1、画角 2、画角 3および仮想画角'を基に、生成する仮想画角画像 407に対する、仮想視点画像 I1'、I2'、I3'の重みを算出する。仮想視点画像 I1'、I2'、I3'に対する重みをそれぞれ w_1 、 w_2 、 w_3 とする。仮想画角'と重み w_1 、 w_2 、 w_3 との関係の例を図16(a)に示す。図16(a)において、重み w_1 、 w_2 、 w_3

50

w3は、1>'2の範囲において、w1とw2を適応的に変化させてw3は0に固定して変化させない。具体的には下記の式で表される。

【0090】

【数14】

$$w1 = \frac{\theta' - \theta2}{\theta1 - \theta2}$$

$$w2 = 1 - w1 \quad (14)$$

$$w3 = 0$$

【0091】

10

また、2>'3の範囲において、w1は0に固定して変化させず、w2とw3を適応的に変化させる。具体的には下記の式で表される。

【0092】

【数15】

$$w1 = 0$$

$$w2 = -\frac{\theta' - \theta3}{\theta2 - \theta3} \quad (15)$$

$$w3 = 1 - w2$$

【0093】

20

上記のように重みを設定することにより、仮想画角に近い画角を有する仮想視点画像により重い重みを付けて仮想画角画像を生成することが可能になる。したがって、仮想視点画像に対して行なう画像拡大処理の拡大倍率を小さくできるので、画像の解像度の低下を抑えつつ、奥行きのある被写体に対して、高倍率な電子ズームが可能になる。

【0094】

なお、重みw1、w2、w3を算出方法については上記に限らず、図16(b)に示すように、仮想画角に対して設定する閾値1と閾値2を用いて重みw1、w2、w3を算出するようにしてもよい。閾値1と閾値2は、ROM203に予め記録されており、本画像処理装置の開始時にRAM202に読み込み利用する。閾値1と閾値2を用いた重みw1、w2、w3の算出は、具体的には下記の式で表される。

30

【0095】

【数16】

$$w1 = 1, w2 = w3 = 0 \quad (\theta' \leq \theta\tau1)$$

$$w2 = 1, w1 = w3 = 0 \quad (\theta\tau1 < \theta' \leq \theta\tau2) \quad (16)$$

$$w1 = w2 = 0, w3 = 1 \quad (\theta\tau2 < \theta')$$

【0096】

上記の式において、1>12であり、2>23である。図16(b)で示される重み付けは実施例2における解像度優先モードに対応する。すなわち、

1=1とすることにより1>'2の範囲でI1'よりも解像感の高いI2'を優先的に使用することができる。同様に、2=2とすることにより2>'3の範囲でI2'よりも解像感の高いI3'を優先的に使用することができる。これにより、仮想画角画像407の解像感を向上させることができる。算出した重みw1、w2、w3はRAM202などの記憶装置に記憶される。

40

【0097】

なお、本実施例においても実施例2に記載したように、ユーザが設定したモードに応じて上記に示したような重みの算出方法を切り替えることが可能である。すなわち、解像度優先モードの場合には図16(b)の重みを用い、ノイズ低減優先モードの場合には図16(a)に示すような重みを用いることができる。

【0098】

50

次に、ステップ S 1 5 0 5 で画像処理部 2 1 2 は、仮想視点画像 I 1' と I 2' と I 3' の位置合わせを行なう。これは複数の 2 画像間の位置合わせであり、具体的には仮想視点画像 I 1' と I 2' との位置合わせと、仮想視点画像 I 2' と I 3' との位置合わせと、を組み合わせることにより実現される。

【 0 0 9 9 】

仮想視点画像 I 1' と I 2' との位置合わせにおいて、仮想視点画像 I 1' に写っている被写体と、仮想視点画像 I 2' に写っている被写体とが重なるように、対応付ける。具体的には、位置あわせでは、仮想視点画像 I 1' の各画素 (x 1', y 1') と仮想視点画像 I 2' の各画素 (x 2', y 2') とをアフィンパラメータ a 1 ~ a 6 を用いて対応付ける。画素 (x 1', y 1') 、画素 (x 2', y 2') およびアフィンパラメータ a 1 ~ a 6 の関係は以下の式のようになる。

【 0 1 0 0 】

【 数 1 7 】

$$\begin{aligned} x2' &= a1x1' + a2y1' + a3 \\ y2' &= a4x1' + a5y1' + a6 \end{aligned} \quad (17)$$

【 0 1 0 1 】

以下、アフィンパラメータ a 1 ~ a 6 の決定方法の例を説明する。ここでは、仮想視点画像 I 1' の画角と仮想視点画像 I 2' の画角と、被写体までの距離 L とを基に下記の式に従いアフィンパラメータ a 1 ~ a 6 を算出する。

【 0 1 0 2 】

【 数 1 8 】

$$a1 = \frac{\tan(\theta 2/2)}{\tan(\theta 1/2)}$$

$$a3 = s1$$

$$a5 = \frac{\tan(\phi 2/2)}{\tan(\phi 1/2)} \quad (18)$$

$$a6 = t1$$

$$a2 = a4 = 0$$

【 0 1 0 3 】

ここで s 1、t 1 は図 1 7 に示すように、仮想視点画像 I 1' において、位置合わせ後の仮想視点画像 I 2' に対応する領域から仮想視点画像 I 1' の端部までの距離にあたり、下記の式で求められる。

【 0 1 0 4 】

【 数 1 9 】

$$s1 = \frac{W}{2L \tan(\theta 1/2)} \Delta S \quad (19)$$

$$t1 = \frac{H}{2L \tan(\phi 1/2)} \Delta T$$

【 0 1 0 5 】

ここで W と H とは、仮想視点画像 I 1' のサイズを示す。また、S、T は見切れている被写体の長さであり、下記の式で求められる。

【 0 1 0 6 】

10

20

30

40

【数20】

$$\Delta S = L \left(\tan\left(\frac{\theta 1}{2}\right) - \tan\left(\frac{\theta 2}{2}\right) \right) \quad (20)$$

$$\Delta T = L \left(\tan\left(\frac{\phi 1}{2}\right) - \tan\left(\frac{\phi 2}{2}\right) \right)$$

【0107】

次に、仮想視点画像 I_2' と仮想視点画像 I_3' の位置合わせについて説明する。仮想視点画像 I_2' に写っている被写体と、仮想視点画像 I_3' に写っている被写体が重なるように、 I_2' の各画素 (x_2', y_2') と I_3' の各画素 (x_3', y_3') をアフィンパラメータ $a'1 \sim a'6$ を用いて対応付ける。画素 (x_2', y_2')、画素 (x_3', y_3') およびアフィンパラメータ $a'1 \sim a'6$ の関係は以下の式のようになる。

【0108】

【数21】

$$x_3' = a'1x_2' + a'2y_2' + a'3 \quad (21)$$

$$y_3' = a'4x_2' + a'5y_2' + a'6$$

【0109】

以下、アフィンパラメータ $a'1 \sim a'6$ の決定方法の例を説明する。ここでは、仮想視点画像 I_2' の画角と仮想視点画像 I_3' の画角と、被写体までの距離 L を基に下記の式に従いアフィンパラメータ $a'1 \sim a'6$ を算出する。

【0110】

【数22】

$$a'1 = \frac{\tan(\theta 3/2)}{\tan(\theta 2/2)}$$

$$a'3 = s2$$

$$a'5 = \frac{\tan(\phi 3/2)}{\tan(\phi 2/2)} \quad (22)$$

$$a'6 = t2$$

$$a'2 = a'4 = 0$$

【0111】

ここで $s2$ 、 $t2$ は図示しない、仮想視点画像 I_2' において、位置合わせ後の仮想視点画像 I_3' に対応する領域から仮想視点画像 I_2' の端部までの距離にあたり、下記の式で求められる。

【0112】

【数23】

$$s2 = \frac{W2}{2L \tan(\theta 2/2)} \Delta S \quad (23)$$

$$t2 = \frac{H2}{2L \tan(\phi 2/2)} \Delta T$$

【0113】

ここで $W2$ と $H2$ とは、仮想視点画像 I_2' のサイズを示す。また、 S 、 T は見切れている被写体の長さであり、下記の式で求められる。

【0114】

10

20

30

40

【数24】

$$\Delta S = L \left(\tan\left(\frac{\theta 2}{2}\right) - \tan\left(\frac{\theta 3}{2}\right) \right) \quad (24)$$

$$\Delta T = L \left(\tan\left(\frac{\phi 2}{2}\right) - \tan\left(\frac{\phi 3}{2}\right) \right)$$

【0115】

以上、算出されたアフィンパラメータ $a_1 \sim a_6$ 、 $a'_1 \sim a'_6$ は RAM202 などの記憶装置に記憶される。

10

【0116】

次に、ステップ S1506 で画像処理部 212 は、画像処理パラメータ 406 に含まれる仮想画角'を基に、仮想視点画像 I1'に対する仮想画角領域を設定する。具体的には、図 18 に示すように仮想視点画像 I1' の画素 (x_1' 、 y_1') と仮想画角画像 407 の画素 (x'' 、 y'') との関係を表すアフィンパラメータ $b_1 \sim b_6$ を決定する。以下にその式を示す。

【0117】

【数25】

$$x_1' = b_1 x'' + b_2 y'' + b_3 \quad (25)$$

$$y_1' = b_4 x'' + b_5 y'' + b_6$$

20

【0118】

以下、アフィンパラメータ $b_1 \sim b_6$ の決定方法の例を説明する。ここでは、仮想視点画像 I1' の画角と、仮想画角画像の画角と、仮想視点画像 I1' のサイズとを基に下記の式に従いアフィンパラメータ $b_1 \sim b_6$ を算出する。

【0119】

【数26】

$$b_1 = \frac{W'}{W}$$

$$b_3 = s_3$$

$$b_5 = \frac{H'}{H} \quad (26)$$

$$b_6 = t_3$$

30

$$b_2 = b_4 = 0$$

【0120】

ここで、W と H とは、仮想視点画像 I1' の幅と高さとを示し、W' と H' とは、仮想視点画像 I1' における仮想画角領域の幅と高さとを示す。ここで、s3、t3 は図 18 に示す仮想画角領域から仮想視点画像 I1' の端部までの距離であり、例えば下記の式で求められる。

40

【0121】

【数27】

$$s_3 = \frac{W}{2} \left(1 - \frac{\tan(\theta'/2)}{\tan(\theta 1/2)} \right) \quad (27)$$

$$t_3 = \frac{H}{2} \left(1 - \frac{\tan(\phi'/2)}{\tan(\phi 1/2)} \right)$$

【0122】

以上、決定されたアフィンパラメータ $b_1 \sim b_6$ は RAM202 などの記憶装置に記憶

50

される。

【0123】

最後に、ステップS1507で画像処理部212は、仮想視点画像I1'、I2'、I3'から仮想画角画像データ407を生成する。ステップS1507では、ステップS1504で記憶した重みw1、w2、w3とステップS1505で記憶したアフィンパラメータa1～a6およびa'1～a'6とステップS1506で記憶したアフィンパラメータb1～b6を用いて生成する。具体的には、以下の式に従いI1'、I2'、I3'を加重平均することで仮想画角画像407を生成する。

【0124】

【数28】

$$I''(x'',y'') = \begin{cases} w1I1'(x1',y1') + w2I2'(x2',y2') + w3I3'(x3',y3') & (x3',y3') \text{が} I3' \text{に含まれる場合} \\ w1I1'(x1',y1') + w2I2'(x2',y2') & (x3',y3') \text{が} I3' \text{に含まれず、} \\ & (x2',y2') \text{が} I2' \text{に含まれる場合} \\ I1'(x1',y1') & (x2',y2') \text{が} I2' \text{に含まれる場合} \end{cases}$$

(28)

10

【0125】

ここで、I''は仮想画角画像データ407である。図19にて、アフィン変換処理による仮想画角画像と仮想視点画像の対応関係を模式的に示す。仮想画角画像の画素(x'',y'')は、仮想視点画像I1'の画素(x1',y1')とアフィンパラメータb1～b6とから決定する。また、仮想画角画像の画素(x'',y'')に対応する、仮想視点画像I2'にある画素(x2',y2')は、仮想視点画像I1'の対応する画素(x1',y1')とアフィンパラメータa1～a6とから決定する。また、仮想画角画像の画素(x'',y'')に対応する、仮想視点画像I3'にある画素(x3',y3')は、仮想視点画像I2'の対応する画素(x2',y2')とアフィンパラメータa'1～a'6とから決定する。生成された仮想画角画像データ407はRAM202などの記憶装置に記憶される。以上で仮想画角画像生成処理を終了する。

20

【0126】

以上、説明した処理を行なうことで、奥行きのある被写体に対しても奥行のある被写体に対しても良好な仮想画角画像データ407を生成することが可能となる。

【0127】

また、本実施例では画角1から画角3までの範囲において、仮想画角'を基に仮想画角画像を生成することが可能である。これにより、実施例4に示すように撮像画像と仮想視点画像を用いて画角1から画角2までの範囲において、仮想画角'を基に仮想画角画像を生成するよりも高倍率な電子ズームが可能になる。

30

【0128】

尚、図15において、ステップS1501からステップS1503までにおいて、仮想視点画像I1'、I2'、I3'を生成したが、生成する仮想視点画像の数は3つに限定されない。これに伴い、図14(b)において、画角1から図示しない画角4までの範囲において、仮想画角'を基に仮想画角画像を生成することが可能となる。

40

【0129】

このように画角の異なる仮想視点画像を複数用いることで、拡大処理による仮想視点画像の解像度劣化を所定の程度に抑えた上で、高倍率な電子ズームを行なえることが、本実施例の特長である。

【0130】

尚、本実施例においても実施例4に示すように、撮像画像と仮想視点画像を用いて仮想

50

画角画像を生成してもよい。具体的には、仮想視点位置 1401 に新たな撮像部を設置して、仮想視点位置 1401 から取得した画像 I1 と仮想視点画像 I1' を用いて仮想画角画像を生成するようにしてもよい。

【0131】

尚、I1'、I2'、I3' の全てを用いて仮想画角画像を生成することも可能である。これは例えばステップ 1504 において、重み w1、w2、w3 をそれぞれ 1/3 に設定することで実現される。

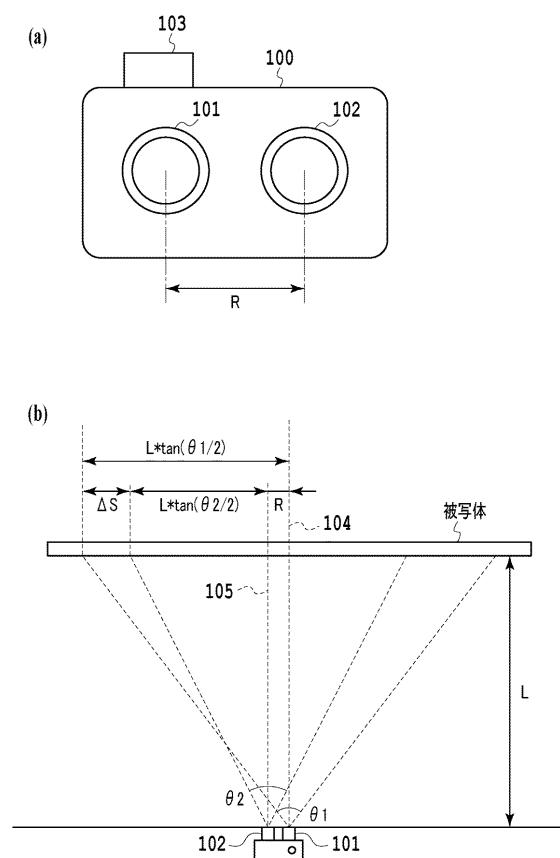
【0132】

＜その他の実施例＞

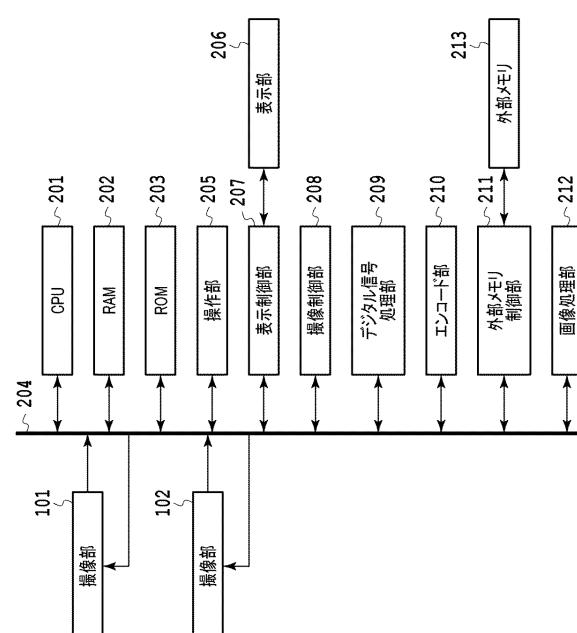
また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア（プログラム）を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（または CPU や MPU 等）がプログラムを読み出して実行する処理である。

10

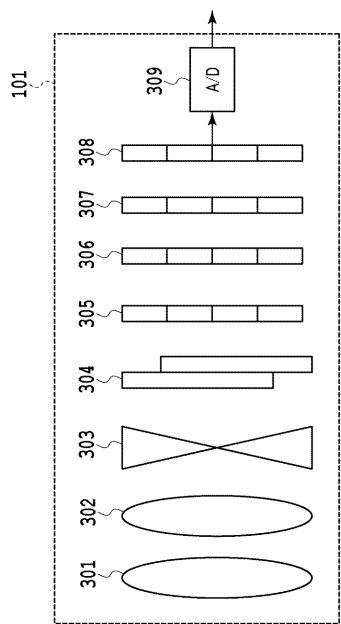
【図 1】



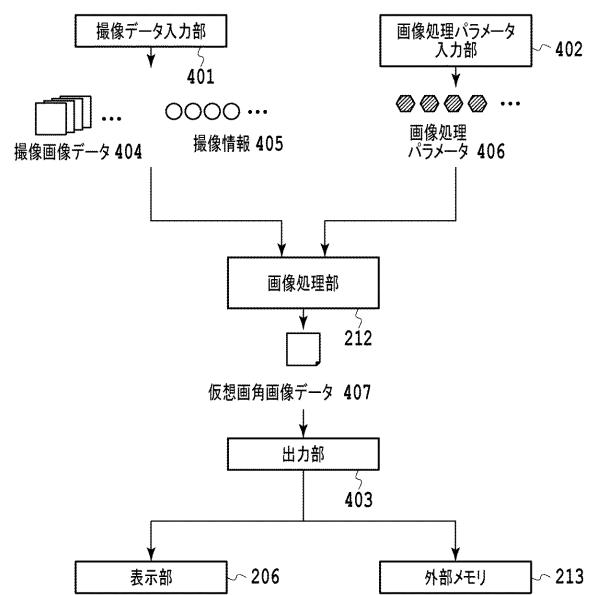
【図 2】



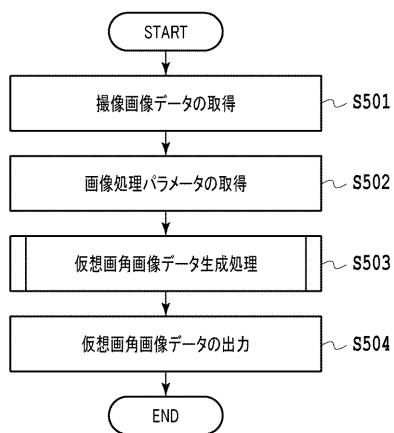
【図3】



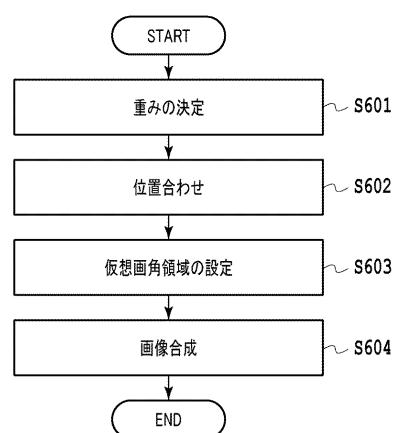
【図4】



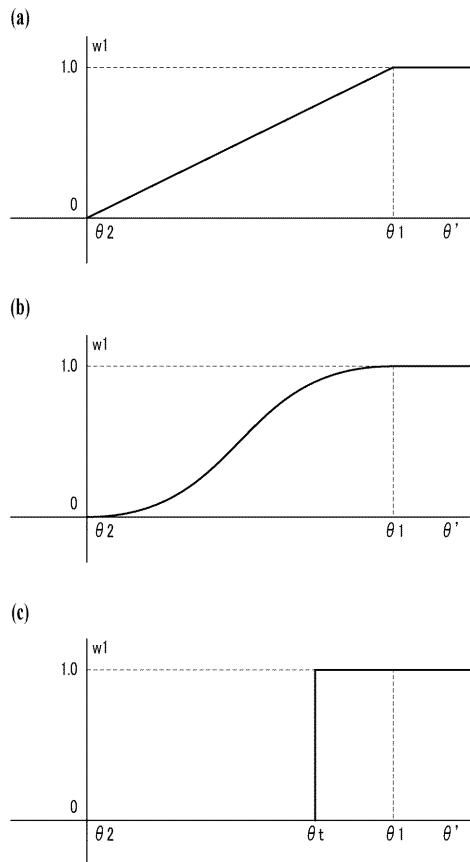
【図5】



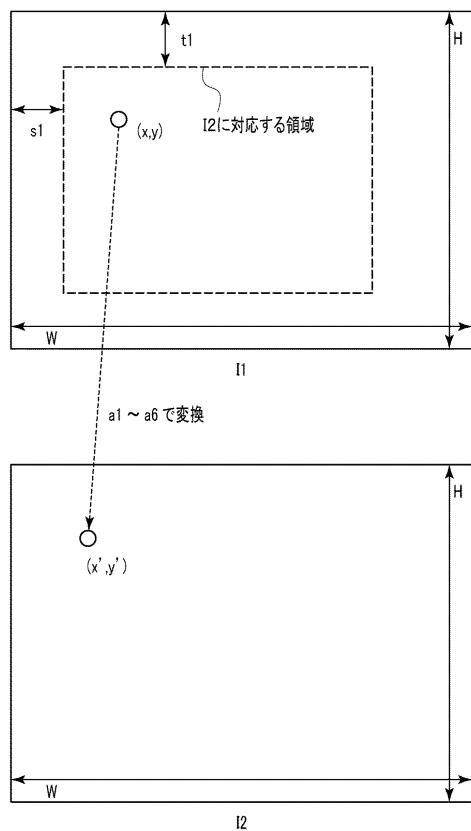
【図6】



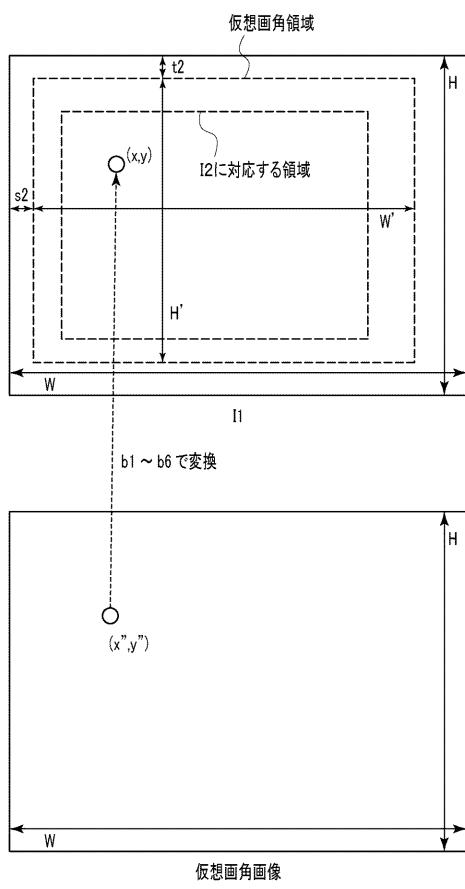
【図7】



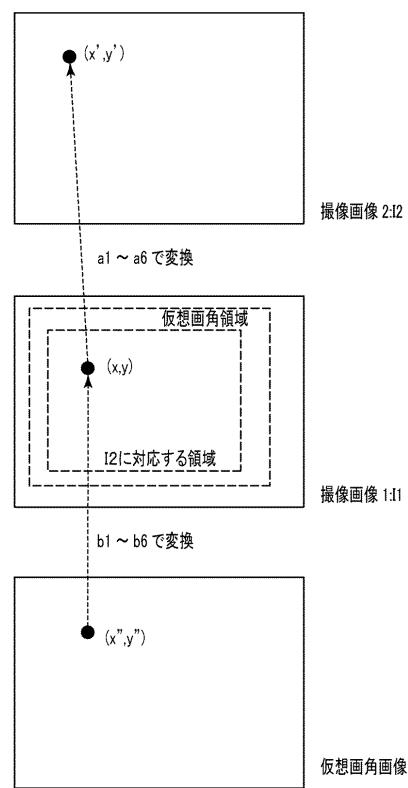
【図8】



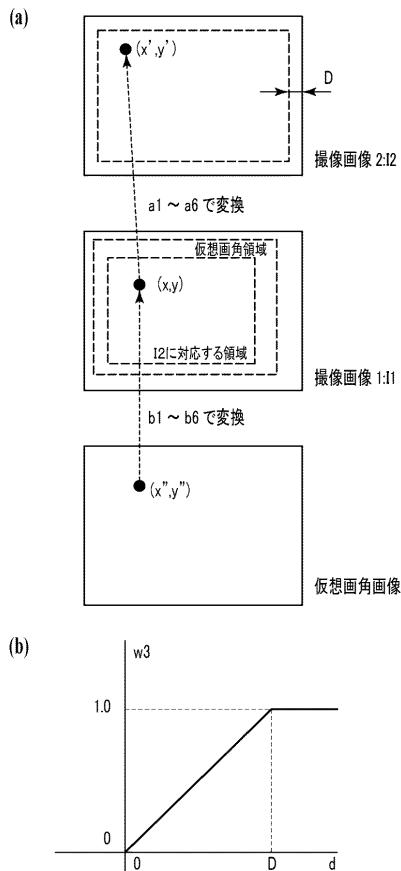
【図9】



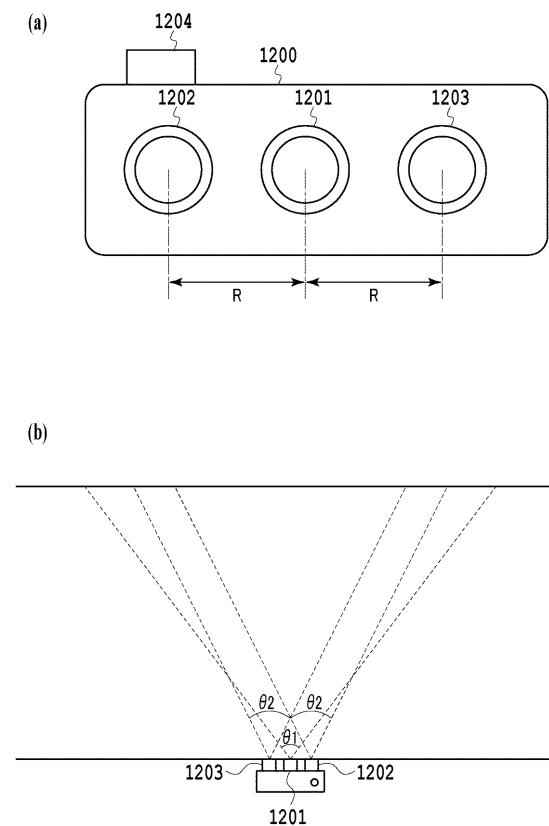
【図10】



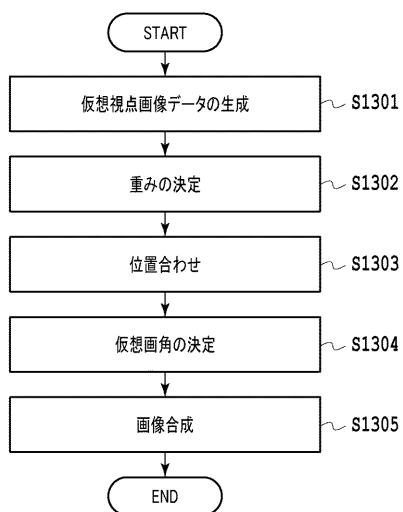
【図1-1】



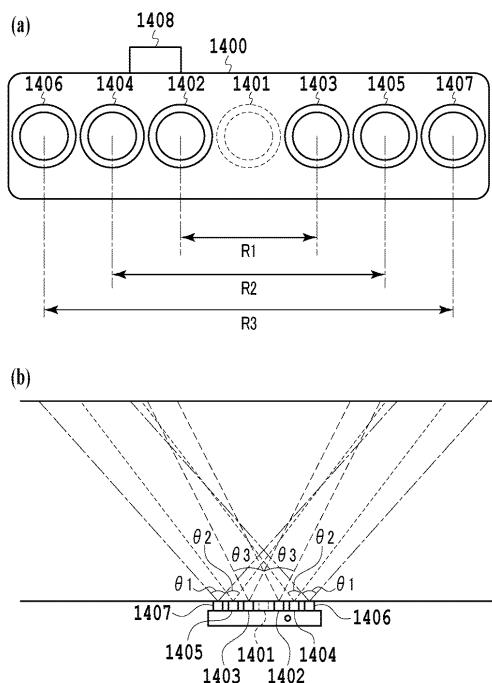
【図1-2】



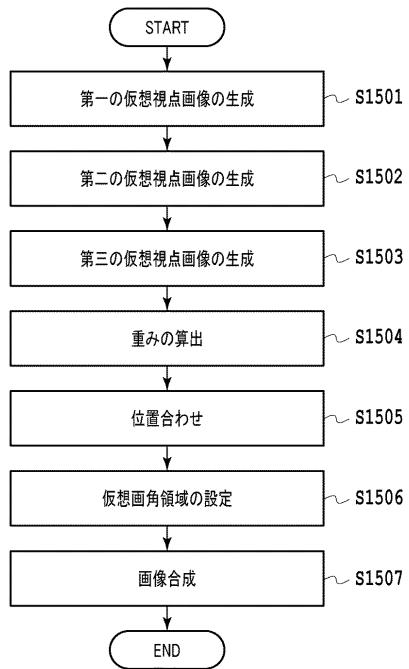
【図1-3】



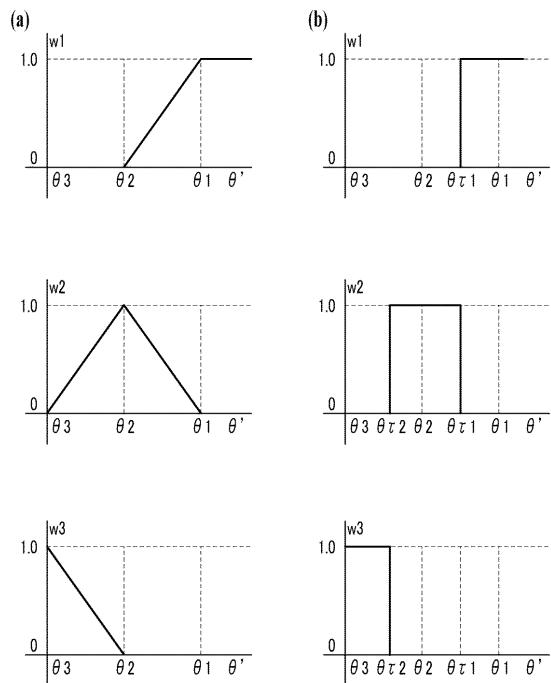
【図1-4】



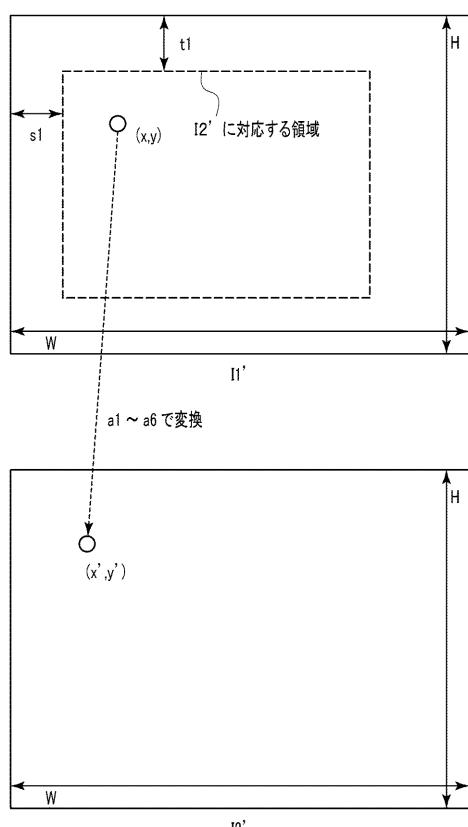
【図15】



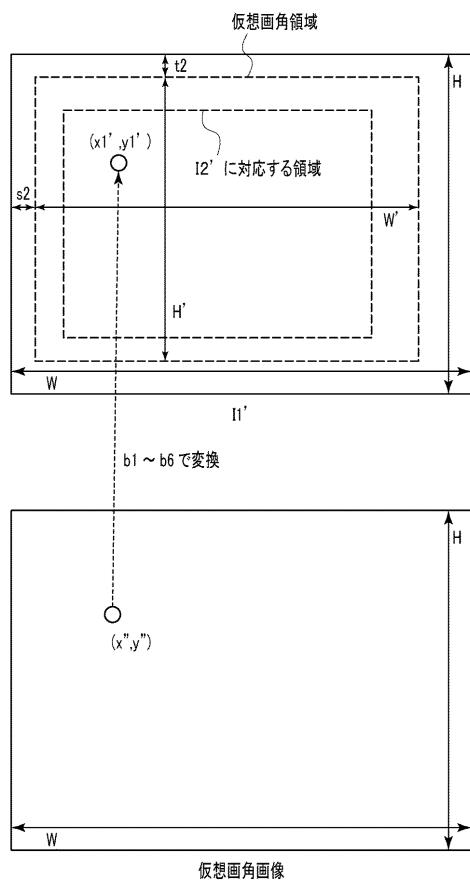
【図16】



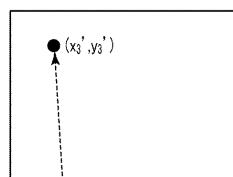
【図17】



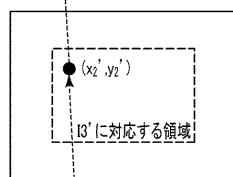
【図18】



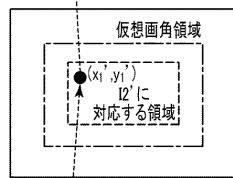
【図19】



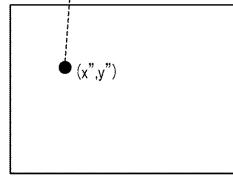
a'1 ~ a'6 で変換

仮想視点画像 $I2'$

a1 ~ a6 で変換

仮想視点画像 $I1'$

b1 ~ b6 で変換



仮想画角画像

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-055246(JP,A)
特開2010-263619(JP,A)
特開2006-039770(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 04 N	5 / 222 -	5 / 257
G 06 T	1 / 00 -	1 / 40
G 06 T	3 / 00 -	5 / 50
G 06 T	9 / 00 -	9 / 40