

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-249070

(P2012-249070A)

(43) 公開日 平成24年12月13日(2012.12.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4N 5/225 (2006.01)	HO4N 5/225 Z	2H054
GO3B 19/06 (2006.01)	HO4N 5/225 F	2H102
GO3B 15/00 (2006.01)	GO3B 19/06	2H151
GO3B 17/18 (2006.01)	GO3B 15/00 Q	5B057
GO2B 7/28 (2006.01)	GO3B 17/18 Z	5C122

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-119078 (P2011-119078)
 (22) 出願日 平成23年5月27日 (2011.5.27)

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. フロッピー

(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 110001243
 特許業務法人 谷・阿部特許事務所
 (72) 発明者 澤田 圭一
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
 Fターム(参考) 2H054 BB07
 2H102 AA34 AA71 BA21 BB26
 2H151 AA00 DA24 EB20
 5B057 BA17 CA08 CA12 CA16 CB08
 CB12 CB16 CD05 CE08 DA07
 DB02 DB09 DC32 DC36

最終頁に続く

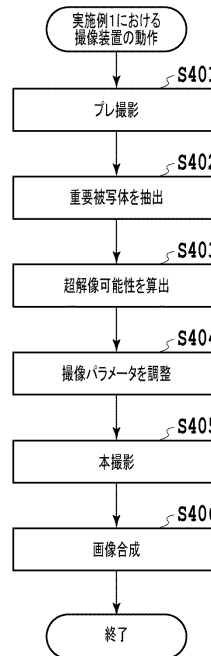
(54) 【発明の名称】 撮像装置及び撮像方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】複数の撮像部を有し、各撮像部がそれぞれ撮影を行うことで、異なる複数視点からの撮影画像を取得し、各撮影画像を合成することで、撮影時に設定したフォーカス距離とは異なるフォーカス距離の画像を生成できるようにしている多眼カメラにおいて、重要被写体がある距離を合成フォーカス距離とした場合の超解像可能性を上げる。

【解決手段】異なる複数視点からの撮影を行う複数の撮像手段と、前記撮像手段により撮像された画像から重要被写体を抽出する抽出手段と、前記抽出された重要被写体に対する超解像可能性を算出する算出手段と、前記算出された超解像可能性に応じて、撮像パラメータを調整する調整手段とを備える。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

異なる複数視点からの撮影を行う複数の撮像手段と、
前記撮像手段により撮像された画像から重要被写体を抽出する抽出手段と、
前記抽出された重要被写体に対する超解像可能性を算出する算出手段と、
前記算出された超解像可能性に応じて、撮像パラメータを調整する調整手段と
を備えたことを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記撮像パラメータは、前記撮像手段の撮影フォーカス距離、センサーレンズ間距離、
光学レンズの焦点距離、基線長、センサー画素ピッチ、センサーの位置、光学レンズの位
置、センサー解像度、レンズの MTF のうち、少なくともいずれか 1 つを含むことを特徴
とする請求項 1 に記載の撮像装置。 10

【請求項 3】

前記抽出手段は、前記撮像手段により撮像された画像から人間の顔を認識することによ
って重要被写体を抽出することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記抽出手段は、前記撮像手段により撮像された画像からユーザの選択に応じて重要被
写体を抽出することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記超解像可能性は、前記撮像手段により撮像された画像間の画素ずれ量を示す値であ
ることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 つに記載の撮像装置。 20

【請求項 6】

前記超解像可能性は、超解像処理を行った際に生じるノイズ増幅量の程度を示す値であ
ることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 つに記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記超解像可能性は、センサー解像度と相関のある値であることを特徴とする請求項 1
から 4 のいずれか 1 つに記載の撮像装置。

【請求項 8】

前記超解像可能性は、レンズの MTF と相関のある値であることを特徴とする請求項 1
から 4 のいずれか 1 つに記載の撮像装置。 30

【請求項 9】

前記算出された超解像可能性に応じて、ユーザに警告表示を行う表示手段を備えること
を特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 つに記載の撮像装置。

【請求項 10】

前記警告表示は、超解像可能性が所定のしきい値を下回る重要被写体の強調表示である
ことを特徴とする請求項 9 に記載の撮像装置。

【請求項 11】

前記警告表示は、超解像可能性が所定のしきい値を下回る重要被写体について、超解像
できない重要被被写体がある旨の文章の表示であることを特徴とする請求項 10 に記載の
撮像装置。 40

【請求項 12】

異なる複数視点からの撮影を行う複数の撮像ステップと、
前記撮像ステップにより撮像された画像から重要被写体を抽出する抽出ステップと、
前記抽出された重要被写体に対する超解像可能性を算出する算出ステップと、
前記算出された超解像可能性に応じて、撮像パラメータを調整する調整ステップと
を備えたことを特徴とする撮像方法。

【請求項 13】

コンピュータに、
異なる複数視点からの撮影を行う複数の撮像ステップと、
前記撮像ステップにより撮像された画像から重要被写体を抽出する抽出ステップと、 50

前記抽出された重要被写体に対する超解像可能性を算出する算出ステップと、
前記算出された超解像可能性に応じて、撮像パラメータを調整する調整ステップと
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、多視点からの撮影画像を取得する撮像装置及び撮像方法に関する。

【背景技術】

【0002】

異なる複数視点からの撮影画像を取得する撮像装置が提案されている（例えば、非特許
文献1）。この撮像装置は、複数の撮像部を有し、各撮像部がそれぞれ撮影を行うことで
、異なる複数視点からの撮影画像を取得する。そして撮影後に、各撮影画像を合成するこ
とで、撮影時に設定したフォーカス距離（以下、撮影フォーカス距離とする）とは異なる
フォーカス距離の画像を生成できるようになっている。上記のような撮像装置を、本発明
では多眼カメラと呼ぶ。

【0003】

一般に、小型の撮像部を並べた多眼カメラでは、小型ゆえに、個別の撮像部の画素数が
少なく、撮影画像の解像度は低い。このような複数枚の低解像度画像から1枚の高解像度
画像を得る方法として超解像処理が知られている（たとえば、非特許文献2）

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-206922号公報

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】"Dynamically Reparameterized Light Fields", A. Isaksen et al., A
CM SIGGRAPH, pp.297-306 (2000)

【非特許文献2】"Super-Resolution Image Reconstruction: A Technical Overview",
Sung C.P., Min K.P., IEEE Signal Proc. Magazine, Vol.26, 3, p.21-36 (2003)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

多眼カメラにおいて超解像処理を行うためには、各撮像部による撮影画像の間にサブピ
クセルの画素ずれ（すなわち、1画素未満の画素ずれ）が存在する必要がある。しかし、
画像合成時に設定するフォーカス距離（以下、合成フォーカス距離とする）によっては、
各撮像部による撮影画像の間にサブピクセルの画素ずれが起こらず、超解像処理が不可
能となる場合がある。このような超解像処理が不可能な距離に重要な被写体があると、その
重要被写体のある距離を合成フォーカス距離とした画像を合成しても、低解像度の合成画
像しか生成できない。

【0007】

このような問題点を解決するために特許文献1では、撮影時に、焦点距離などの撮像パ
ラメータをそれぞれの撮像部ごとにランダムな量だけ変化させることで、超解像処理の可
能性を増やしている。しかし、撮像パラメータの変化量がランダムであるため、重要被写
体のある距離を合成フォーカス距離とした場合に超解像処理が可能になるとは限らない。

【0008】

そこで本発明では、重要被写体がある距離を合成フォーカス距離とした場合の超解像可
能性を上げることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係る撮像装置は、異なる複数視点からの撮影を行う複数の撮像手段と、前記撮

像手段により撮像された画像から重要被写体を抽出する抽出手段と、前記抽出された重要被写体に対する超解像可能性を算出する算出手段と、前記算出された超解像可能性に応じて、撮像パラメータを調整する調整手段とを備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、重要被写体がある距離を合成フォーカス距離とした場合の超解像可能性を上げる撮像装置及び撮像方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施形態である撮像装置の外観上の構成を示す図である。

10

【図2】撮像装置の各処理部を示すブロック図である。

【図3】撮像部の詳細を示す図である。

【図4】実施例1における撮像装置の動作を示すフローチャートである。

【図5】画像合成部の動作を示すフローチャートである。

【図6】位置合わせ処理を行った撮影画像群を模式的に示す図である。

【図7】位置合わせ処理のフローチャートである。

【図8】センサーと被写体の縮尺関係を示す図である。

【図9】実施例2における撮像装置の動作を示すフローチャートである。

【図10】表示部206における警告表示の一例を模式的に示す図である。

20

【発明を実施するための形態】

【実施例1】

【0012】

<撮像装置の全体構成>

図1は、本発明の実施形態である25個の撮像部を内蔵した所謂多眼カメラ（撮像装置）の外観である。ただし、撮像部の個数は2つ以上であればよく、本発明は撮像部の個数を25個と限定するものではない。図1の符号101～125は撮像部である。撮像部101～125によって、異なる複数視点からの撮影を行うことができる。符号126はフラッシュである。符号127はカメラボディである。その他、多眼カメラの外観には、図1に図示しない操作部や表示部などがあり、それらは図2を用いて説明する。

【0013】

30

図2は図1の多眼カメラの各処理部を表している。符号200はバスであり、データ転送の経路である。撮像部101～125は、被写体の光情報をセンサーで受光しA/D変換を施した後、バス200に撮影画像データ（以下、撮影画像とする）を出力する。撮像部101～125の詳細は後述する。フラッシュ126は、被写体に光を照射する。デジタル信号処理部201は、撮影画像に対して、デモザイキング処理、ホワイトバランス処理、ガンマ処理、ノイズ低減処理などを行う。符号202は圧縮・伸長部であり、撮影画像をJPEGやMPGなどのファイルフォーマットに変換する処理を行う。符号203は外部メモリ制御部である。符号204は外部メディア（例えば、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）である。外部メモリ制御部203は外部メディア204につなぐためのインターフェースである。符号205はCG生成部であり、文字やグラフィックスからなるGUIを生成し、デジタル信号処理部201で生成された撮影画像に重ね合わせて、新たな撮影画像を生成する。符号206は表示部でありユーザーに撮像装置の設定や撮影画像などの各種情報を示す。符号207は表示制御部であり、CG生成部205やデジタル信号処理部201から受け取った撮影画像を表示部206に表示する。符号208は操作部であり、ボタンやモードダイヤルなどが該当し、一般に複数のボタンやモードダイヤルからなる。さらには、表示部206がタッチパネルとして構成されており、操作部を兼ねていてもよい。操作部208を介してユーザーの指示が入力される。符号209は撮像光学系制御部であり、フォーカスを合わせる、シャッターの開閉を行う、絞りを調節するなどの撮像光学系の制御を行う。符号210はCPUであり、命令に従って各種処理を実行する。符号211は記憶部であり、CPU210で実

40

50

行する命令などを記憶する。符号212は重要被写体抽出部であり、撮像部101～125の撮影範囲に含まれる被写体から重要被写体を抽出する。符号213は超解像可能性算出部であり、撮影画像中の重要被写体が写っている画像領域における超解像処理の可能性を算出する。符号214は撮像パラメータ調整部であり、超解像可能算出213が算出した超解像可能性に応じて後述する撮像パラメータを調整する。符号215は画像合成部であり、撮影画像群を合成することで合成フォーカス距離にある被写体にフォーカスを合わせ、合成フォーカス距離にある被写体が写っている画像領域に対して超解像処理を施した合成画像を生成する。

【0014】

ここで、撮像部101～125の詳細を、図3を参照して説明する。符号301はフォーカスレンズ群であり、光軸上を前後に移動することで撮影フォーカス距離を調整する。符号302はズームレンズ群であり、光軸上を前後に移動することで撮像部101～125の焦点距離を変更する。符号303は絞りであり、被写体からの光量を調整する。符号304は固定レンズ群であり、テレセントリック性等のレンズ性能を向上させるためのレンズである。符号305はシャッターである。符号306はIRカットフィルターであり、被写体からの赤外線を吸収する。符号307はカラーフィルターであり、特定の波長領域にある光のみを透過させる。符号308はCMOSやCCDなどのセンサーであり、被写体からの光量をアナログ信号に変換する。符号309はA/D変換部であり、センサー308にて生成されたアナログ信号をデジタル信号に変換し、撮影画像を生成する。

【0015】

なお、図3に示したフォーカスレンズ群301、ズームレンズ群302、絞り303、固定レンズ群304の配置は例であり、異なる配置でもよく、本発明をこの例に限定するものではない。また、ここでは撮像部101～125をまとめて説明したが、全ての撮像部が全く同じ構成である必要はない。例えば、一部、あるいは全ての撮像部がズームレンズ群302を持たない単焦点の光学系であってもよい。同様に、一部、あるいは全ての撮像部が固定レンズ群304を持たなくてもよい。以上が撮像部101～125の詳細である。

【0016】

なお、装置の構成要素は上記以外にも存在するが、本発明の主眼ではないので、説明を省略する。

また、本発明の構成要素は、複数の機器から構成されるシステムに適用しても、一つの機器からなる装置に適用しても良い。本発明の目的は、前述の実施形態の機能を実現するプログラムをシステムのコンピュータ(またはCPUまたはMPU)が実行しても達成される。この場合、プログラム自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。プログラムコードを供給するための記憶媒体としては、例えば、フロッピーディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、CD-R、磁気テープ、不揮発性のデータ保存部、ROMなどを用いることができる。また、コンピュータが読み出したプログラムを実行することにより、前述した実施形態の機能が実現されるだけではない。そのプログラムの指示に基づき、コンピュータ上で稼動しているOSなどが実際の処理の一部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。さらに、プログラムの指示内容をシステムの機能拡張ボードに備わるCPUなどが実行し、その処理で前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【0017】

<実施例1のフローチャート>

実施例1における撮像装置の動作について図4のフローチャートを用いて説明する。

ステップS401で、撮像部101～125がプレ撮影を行う。

【0018】

ステップS402で、重要被写体抽出部212が、ステップS401で撮影されたプレ撮影画像から重要被写体を抽出する。重要被写体の抽出方法は任意であるが、例えば、プ

レ撮影画像から人間の顔を認識し、認識した人間の顔を重要被写体として抽出すればよい。または、プレ撮影画像から認識された物体の大きさ、配置、距離、形状等に基づいて、重要被写体を抽出しても良い。さらに、プレ撮影画像をタッチパネルである表示部206（又は操作部208）に表示し、ユーザによって選択された被写体を重要被写体としても良い。ここで、重要被写体として抽出する被写体は1個に限定されず、複数個の被写体を重要被写体として抽出しても構わない。

【0019】

ステップS403で、超解像可能性算出部213が、ステップS402で抽出された重要被写体までの距離を合成フォーカス距離としたときの超解像可能性を算出する。超解像可能性は、後述する画素ずれ量や超解像処理を行った際に生じるノイズ増幅量などの程度を示す値である。ステップS402で複数の重要被写体が抽出された場合、各重要被写体について超解像可能性が算出される。超解像可能性算出部213の動作の詳細については後述する。

10

【0020】

ステップS404で、撮像パラメータ調整部214が、ステップS403で算出された超解像可能性に基づいて、撮像パラメータを調整する。撮像パラメータと撮像パラメータ調整部214の動作の詳細については後述する。

【0021】

ステップS405で、撮像部101～125が、ステップS404で調整された撮像パラメータを用いて本撮影を行う。

20

【0022】

ステップS406で、画像合成部215が、本撮影により得られた撮影画像の画像合成処理を行う。この画像合成処理のための合成フォーカス距離は、ユーザの指示に応じて指定される。または、S402で抽出された重要被写体に応じて定められるなど、任意の方法で指定することができる。画像合成部215の動作の詳細については後述する。

【0023】

<画像合成部215の概要>

まず、本発明の前提となる画像合成部215の動作について説明する。画像合成部215は、撮像部101～125において取得された撮影画像群を合成することによって、画像のフォーカス距離を撮影フォーカス距離から合成フォーカス距離へ変更し、さらに合成フォーカス距離にある被写体を高解像度化した合成画像を生成する。

30

【0024】

<画像合成部215の動作のフロー>

画像合成部215の動作について図5のフローチャートを用いて説明する。

ステップS501で、複数の撮像部で撮像された複数の撮影画像に対して、後述する位置合わせ処理を行う。位置合わせ処理を行うと、図6に示すように、複数の撮影画像において、合成フォーカス距離に存在する被写体が写っている画像領域では位置が合い、それ以外の画像領域では位置がずれる。

【0025】

ステップS502で、撮影画像を複数の画像領域に分割する。分割方法は任意であるが、例えば、8×8画素ずつの画像領域に分割すればよい。

40

【0026】

ステップS503で、最初の画像領域を参照する（以下、現在参照している画像領域のことを「参照画像領域」とする）。最初の参照画像領域の選択方法は任意であるが、例えば、最も左上の画像領域を最初の参照画像領域として選択すればよい。

【0027】

ステップS504で、参照画像領域がS501で位置を合わせた領域であるかどうかを判定する。判定方法は任意であるが、例えば、撮影画像群の参照画像領域における色信号の分散を調べ、分散が小さい場合は位置が合っていると判定し、分散が大きい場合は位置が合っていないと判定すればよい。

50

【 0 0 2 8 】

ステップS5 0 4において位置の合った画像領域と判定した場合、ステップS5 0 5で当該画像領域に対して超解像処理を行う。超解像処理は、画素ずれ、ダウンサンプリング、ボケによる劣化を復元する処理である。どのような超解像処理を行うかは任意であるが、例えば、非特許文献2記載の方法を用いればよい。位置の合った画像領域に対して超解像処理を行うことによって、合成フォーカス距離に存在する被写体を高解像度化することができる。

【 0 0 2 9 】

ステップS5 0 4において位置の合っていない画像領域と判定した場合、ステップS5 0 6で、当該画像領域に対して重畳処理を行う。どのような重畳処理を行うかは任意であるが、例えば、撮影画像群の参照画像領域における画素値の平均値を合成画像の画素値とすればよい。重畳処理によって、合成フォーカス距離以外にある被写体をボケさせることができる。

10

【 0 0 3 0 】

ステップS5 0 7で、全ての画像領域を参照し終えたかを判定し、まだ参照し終わっていない場合は、ステップS5 0 8で次の画像領域を参照し、全ての画像領域を参照し終わるまでステップS5 0 4～ステップS5 0 8の処理を繰り返す。ここで、次の参照画像領域の選択方法は任意であるが、例えば、ラスト順で次の参照画像領域を選択すればよい。

【 0 0 3 1 】

以上の処理により、画像のフォーカス距離（被写体までの距離）を撮影フォーカス距離から合成フォーカス距離へ変更し、さらに合成フォーカス距離に存在する被写体を高解像度化した合成画像を生成することができる。

20

【 0 0 3 2 】

< 位置合わせ処理のフロー >

画像合成部2 1 5による位置合わせ処理について、図7のフローチャートを用いて説明する。

【 0 0 3 3 】

ステップS 7 0 1で、基準となる撮像部（以下、基準撮像部とする）を選択する。基準撮像部の選択方法は任意であるが、例えば、撮像部1 0 1～1 2 5の各位置の重心に最も近い撮像部を基準撮像部として選択すればよい。

30

【 0 0 3 4 】

ステップS 7 0 2で、最初の撮像部を参照する（以下、現在参照している撮像部のことを、「参照撮像部」とする）。最初の参照撮像部として選択できる撮像部は、基準撮像部以外の任意の撮像部である。例えば、最も基準撮像部に近い撮像部を最初の参照撮像部として選択すればよい。

【 0 0 3 5 】

ステップS 7 0 3で、基準撮像部で取得した撮影画像（以下、基準撮影画像とする）と参照撮像部で取得した撮影画像（以下、参照撮影画像とする）の間について、所定の合成フォーカス距離における画素ずれ量を算出する。当該所定の合成フォーカス距離として、位置合わせを行う位置までの距離が設定されている。画素ずれ量の算出方法については後述する。

40

【 0 0 3 6 】

ステップS 7 0 4で、ステップS 7 0 3で算出した画素ずれ量に合わせて参照撮影画像を幾何変換する。ここで、画素ずれ量は距離によって異なるため、合成フォーカス距離における画素ずれ量に合わせて幾何変換することで、合成フォーカス距離では位置が合い、それ以外の距離では位置がずれる。

【 0 0 3 7 】

ステップS 7 0 5で、基準撮像部以外の全ての撮像部を参照し終えたかを判定し、まだ参照し終わっていない場合は、ステップS 7 0 6で、次の撮像部を参照し、全ての撮像部を参照し終わるまでステップS 7 0 3～7 0 6の処理を繰り返す。ここで、次の参照撮像部の

50

選択方法は任意であるが、例えば、まだ参照していない基準撮影部以外の撮像部のうちで基準撮像部に最も近い撮像部を次の参照撮像部として選択すればよい。

【 0 0 3 8 】

< 画素ずれ量の算出方法 >

画像合成部 2 1 5 による画素ずれ量の算出方法について、センサー 3 0 8 と被写体の縮尺関係を模式的に示した図 8 を用いて説明する。

【 0 0 3 9 】

図8において、センサー平面 8 0 1 は、撮像部 1 0 1 ~ 1 2 5 のセンサー 3 0 8 が置かれる平面である。レンズ平面 8 0 2 は、撮像部 1 0 1 ~ 1 2 5 の全光学中心を含む平面である。合成フォーカス平面 8 0 3 は合成フォーカス距離（画素ずれ量を算出する対象の被写体までの距離）にある平面である。また、 d は合成フォーカス距離、 D は撮影フォーカス距離である。 h はセンサー平面 8 0 1 とレンズ平面 8 0 2 との距離（以下、センサーレンズ間距離とする）である。 L は基準撮像部の光学中心と参照撮像部の光学中心との x 方向の距離（以下、基線長とする）である。 s はセンサー 3 0 8 の x 方向の長さである。 r は合成フォーカス平面 8 0 3 においてセンサー 3 0 8 の全画素に撮像される範囲の x 方向の長さ、 o は合成フォーカス平面 8 0 3 においてセンサー 3 0 8 の 1 画素に撮像される範囲の x 方向の長さである。ここで、「 x 方向」とは図 1 に示した方向である。

【 0 0 4 0 】

簡単な例として、撮像部 1 0 1 ~ 1 2 5 がその光軸に垂直な面上での平行移動によって、お互いの撮像部に重なるように配置されており、かつ、個々の撮影画像の歪曲収差などが十分小さく無視できるような理想的な場合を考える。さらに、撮像部 1 0 1 ~ 1 2 5 は全て同じ焦点距離 f を持ち、センサー 3 0 8 の x 方向の画素ピッチ s' と x 方向の画素数 n も同じとする（ここで、 $s = s' \times n$ である）。この時、画素ずれは平行移動のみとなるため、この平行移動量を画素ずれ量として、算出方法を示す。 x 方向の画素ずれ量 a は、図 8 から式 (1) ~ (3) で表すことができる。

【 0 0 4 1 】

【数 1】

$$a = \frac{L}{o} \quad (1)$$

【 0 0 4 2 】

【数 2】

$$o = \frac{r}{n} \quad (2)$$

【 0 0 4 3 】

【数 3】

$$r = \frac{s \cdot d}{h} \quad (3)$$

【 0 0 4 4 】

また、焦点距離 f と撮影フォーカス距離 D 、センサーレンズ間距離 h の関係は、式 (4) で表すことができる。

【 0 0 4 5 】

【数 4】

$$\frac{1}{D} + \frac{1}{h} = \frac{1}{f} \quad (4)$$

【 0 0 4 6 】

まとめると、 x 方向の画素ずれ量 a は、式 (5) で表すことができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

【 数 5 】

$$a = \frac{L \cdot D \cdot f}{d \cdot s'(D - f)} \quad (5)$$

【 0 0 4 8 】

以上の説明は x 方向の画素ずれ量算出方法についてであったが、y 方向の画素ずれ量についても同様に算出すればよい。

【 0 0 4 9 】

10
 以上は画素ずれ量算出方法の簡単な例であるが、より一般的な場合、例えば、撮像部 1
 0 1 ~ 1 2 5 の位置や姿勢が任意で、焦点距離も画素ピッチも異なっている場合には、画
 素ずれ量は撮影画像中の画素位置に依存する。このため、上述の例のように、撮影画像全
 体で画素ずれ量を算出するのではなく、局所的に画素ずれ量を算出する。具体的には、参
 照撮像部で取得した撮影画像の画素位置 x、y に写り、合成フォーカス距離にある点が、基
 準撮像部で取得した撮影画像上においてどこの画素位置に対応するのかを算出する。これ
 には、透視投影変換とその逆変換を用いればよい。透視投影変換は本件発明の主眼ではな
 いため、説明を省略する。また、個々の撮影画像に歪曲収差がある場合は、歪曲補正を行
 った上で、対応関係を画素位置の対応を求めればよい。歪曲補正は既存の技術で行えば良
 く本件発明の主眼ではないため、説明を省略する。

【 0 0 5 0 】

20

< 超解像可能性算出部 2 1 3 の動作 >

超解像可能性算出部 2 1 3 の動作について説明する。撮影画像間にサブピクセルの画素
 ずれが無いと超解像処理は不可能である。また、画素ずれ量が整数値からわずかもずれ
 ていれば超解像処理自体は可能であるが、整数値からのずれが小さい場合ノイズが増幅す
 る。そこで、式 (6) のように超解像可能性を示す指標 E を画素ずれ量により定義する。

【 0 0 5 1 】

【 数 6 】

$$E = |a - \text{round}(a)| \quad (6)$$

【 0 0 5 2 】

30

ここで、a は基準撮影画像との画素ずれ量、round (a) は a を四捨五入した値を
 表す。画素ずれ量 a の算出方法は前述したとおりである。

【 0 0 5 3 】

また、式 (7) のように超解像可能性を示す指標 E を超解像処理を行った際に生じるノ
 イズ増幅量と相関のある値として定義してもよい。

【 0 0 5 4 】

【 数 7 】

$$E = \sum_{lm} |X_{([N/2][N/2])(lm)}|^2$$

40

【 0 0 5 5 】

ここで、X は、その成分が以下の式で表される行列 M の逆行列である。

【 0 0 5 6 】

【 数 8 】

$$M_{(jk)(lm)} = \exp\{i2\pi((j - [N/2])\Delta x_l + (k - [N/2])\Delta y_m)\}$$

【 0 0 5 7 】

ここで、j と k、l と m は、それぞれ 1 から N までの値をとり、N は画像合成に用いる
 入力画像の枚数である。また、x_l と y_m はそれぞれ x 方向と y 方向の画素ずれ量である
 。また、[N / 2] はガウス記号であり、N / 2 を超えない整数を指す。行列 M の大きさは
 50

$N^2 \times N^2$ である。

【0058】

なお、超解像可能性を示す指標 E は以上のような画素ずれ量やノイズ増幅量と相関のある値に限定されない。超解像処理は画素ずれだけでなく、ダウンサンプリングやボケによる劣化を復元する技術であるため、超解像可能性はセンサー解像度やレンズの MTF にも依存する。一般的に、センサー解像度が低いよりも高い方が超解像可能性は高く、レンズの MTF が低いよりも高い方が超解像可能性は高いため、超解像可能性を示す指標 E を、センサー解像度やレンズの MTF と相関のある値としてもよい。

【0059】

< 撮像パラメータ調整部 214 の動作 >

撮像パラメータ調整部 214 の動作について説明する。撮像パラメータ調整部 214 は、重要被写体がある距離を合成フォーカス距離とした場合の超解像可能性が高くなるように、撮像パラメータを調整する。ここで、撮像パラメータとは、撮影フォーカス距離、センサーレンズ間距離、焦点距離、基線長、センサー画素ピッチ、センサーの位置、光学レンズの位置、センサー解像度、レンズの MTF である。なお、重要被写体がある距離の算出方法は任意であるが、例えば、ステレオ視の原理を用いればよい。ステレオ視の原理は本件発明の主眼ではないため、説明を省略する。

10

【0060】

具体的な撮像パラメータ調整方法について説明する。簡単な例として、撮像部が基準撮像部と参照撮像部 1 個の計 2 個のみであり、重要被写体が 1 個のみの場合を考える。

20

【0061】

まず、最も望ましい調整方法として、撮影フォーカス距離の調整について説明する。超解像可能性を表す指標 E として式 (6) を使用する場合、これを最大化する画素ずれ量の調整量 a は式 (7) で表すことができる。

【0062】

【数 9】

$$\Delta a = 0.5 - (a - \text{floor}(a)) \quad (7)$$

【0063】

ここで、 $\text{floor}(a)$ は a の無限小方向への切捨てを意味する。

30

【0064】

画素ずれ量を a だけ変化させたい時の撮影フォーカス距離の調整量 D は式 (5) を変形し、式 (8) のように表すことができる。

【0065】

【数 10】

$$\Delta D = \frac{\Delta a \cdot d \cdot s' \cdot f}{\Delta a \cdot d \cdot s' - L \cdot f} \quad (8)$$

【0066】

ここで、式 (4) から、焦点距離 f を固定して撮影フォーカス距離 D を変化させることは、センサーレンズ間距離 h を変化させることと等価であるため、センサーレンズ間距離 h を調整することにより、画素ずれ量 a を調整することも可能である。以上は撮像パラメータ調整の簡単な例であるが、実際はすべての参照撮像部と全ての重要被写体について超解像可能性が最適となるように撮像パラメータの調整を行う必要がある。最適化の方針は任意であるが、例えば、全ての重要被写体と全ての参照撮影画像についての超解像可能性を表す指標 E の和が最大となるように調整を行えばよい。

40

【0067】

以上の説明では、撮影フォーカス距離、もしくはセンサーレンズ間距離を調整することで画素ずれ量 a の調整を行ったが、撮影フォーカス距離以外の撮像パラメータを式 (5) を基にして調整しても構わない。例えば、焦点距離 f を調整すれば、画角も一緒に変わっ

50

てしまうものの、画素ずれ量 a を調整することができる。また、撮影部 101 ~ 125 を自由に平行移動できる多眼カメラであれば、基線長 L を変更することで画素ずれ量 a を調整してもよい。また、熱を与えてセンサー 308 を変形させるなどの方法で画素ピッチ s' を変更することで画素ずれ量 a を調整してもよい。また、光学レンズ 301、303、304 やセンサー 308 を画素ずれ量の調整量 a に合わせて平行移動してもよい。平行移動量 p は式 (9) で表すことができる。

【0068】

【数 11】

$$p = s' \cdot \Delta a \quad (9)$$

10

【0069】

また、センサーを解像度の高いものに変更したり、レンズを MTF の高いものに変更することで、センサー解像度やレンズ MTF を調整し、超解像可能性を高めてもよい。

【0070】

なお、調整する撮像パラメータは 1 個に限定されず、複数の撮像パラメータを同時に調整しても構わない。

【0071】

以上説明したように、実施例 1 によれば、撮像パラメータを調整することで、重要被写体のある距離を合成フォーカス距離とした場合の超解像可能性を高めることができる。

【実施例 2】

20

【0072】

実施例 1 では、重要被写体のある距離を合成フォーカス距離とした時の超解像可能性を高めるように撮像パラメータを調整する例について説明した。実施例 2 では、重要被写体のある距離を合成フォーカス距離とした時の超解像可能性に応じて、ユーザに警告表示を行う例を示す。

【0073】

<実施例 2 のフローチャート>

実施例 2 における撮像装置の動作について図 9 のフローチャートを用いて説明する。

ステップ S901 ~ 903 は、実施例 1 におけるステップ S401 ~ 403 と同一であるため、説明を省略する。

30

【0074】

ステップ S904 で、ステップ S903 で算出した超解像可能性に応じて、表示部 206 が警告表示を行う。表示部 206 の動作については後述する。

【0075】

<表示部 206 の動作>

表示部 206 の動作について説明する。表示部 206 は、超解像可能性算出部 213 が算出した超解像可能性に応じて警告表示を行う。警告表示を行う条件は任意であるが、例えば超解像可能性を表す指標 E のしきい値を設定し、指標 E がしきい値を下回るような重要被写体がある場合に警告表示を行えばよい。ここで、指標 E を式 (6) で定義した場合、しきい値として例えば、0.1 という値を設定することができる。なお、警告表示の内容は任意であるが、たとえば、図 10 に示すように、指標 E がしきい値を下回る重要被写体を強調表示すればよい。また、超解像できない重要被写体がある旨の文章を表示してもよい。以上の動作により、ユーザは、重要被写体に合成フォーカス距離を設定した場合に超解像可能かどうかを確認することができる。このことにより、例えば、撮影後にフォーカスを合わせた画像を合成したいとユーザが思う被写体が超解像可能性が低い場合に、ユーザ自身で撮像パラメータを調整することを促すことが可能となる。撮像パラメータの調整の後、実施例 1 と同様に、本撮影及び画像合成が行われる。

40

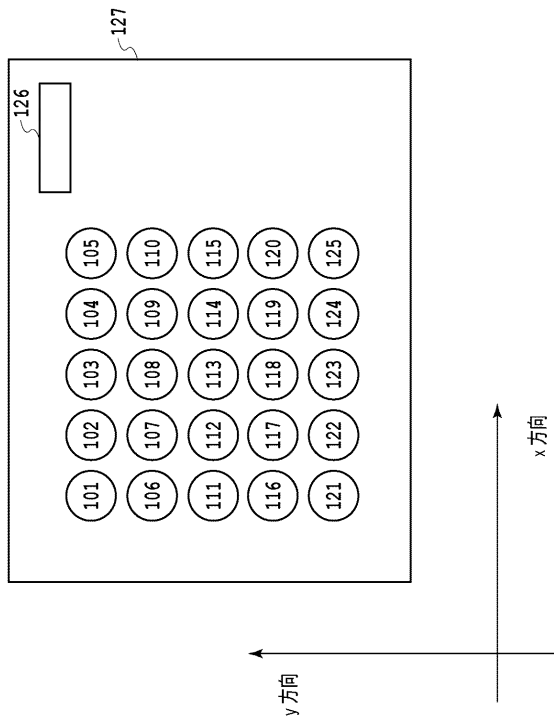
【0076】

以上説明したように、実施例 2 によれば、超解像可能性に応じて警告表示を行うことで、重要被写体に合成フォーカス距離を設定した場合に超解像可能かどうかをユーザが確認

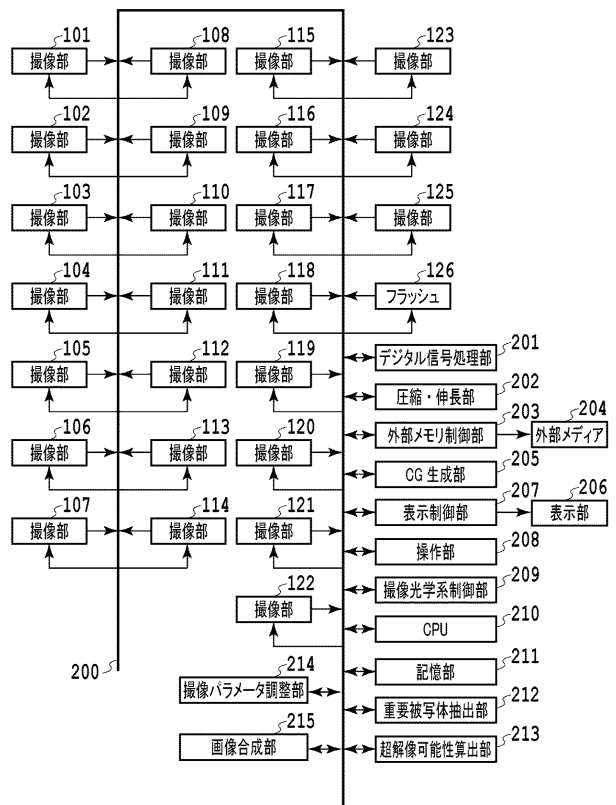
50

することができる。

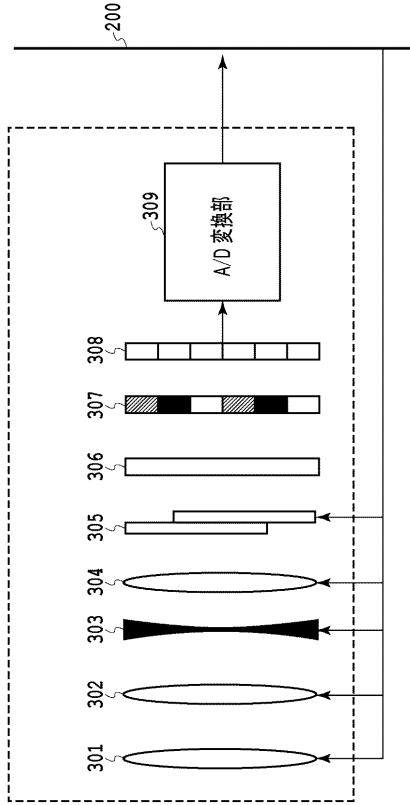
【 図 1 】



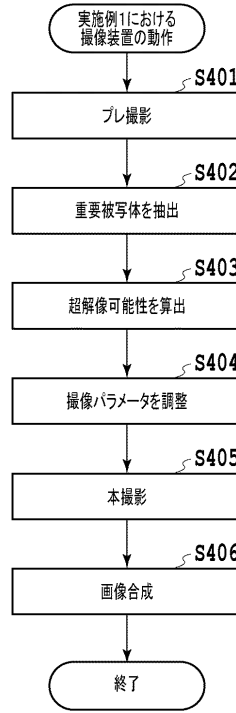
【 図 2 】



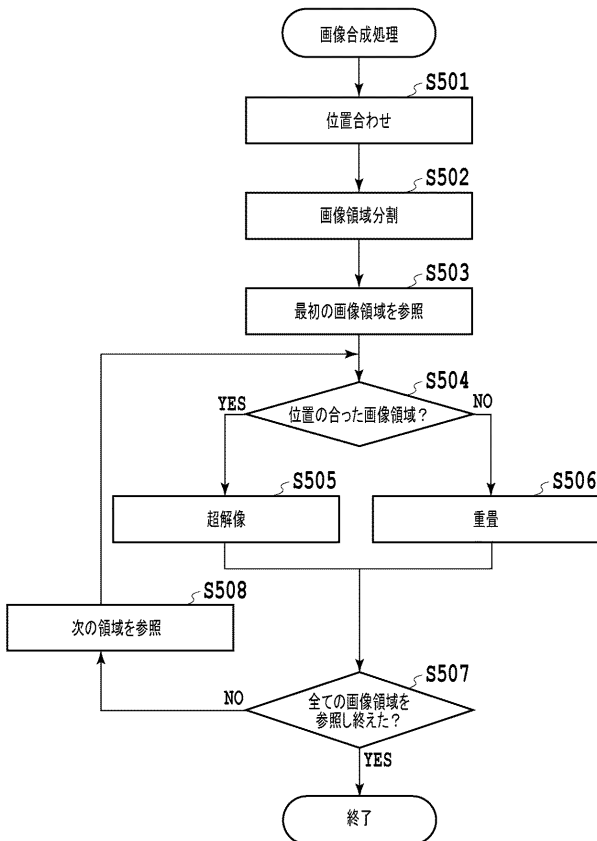
【 図 3 】



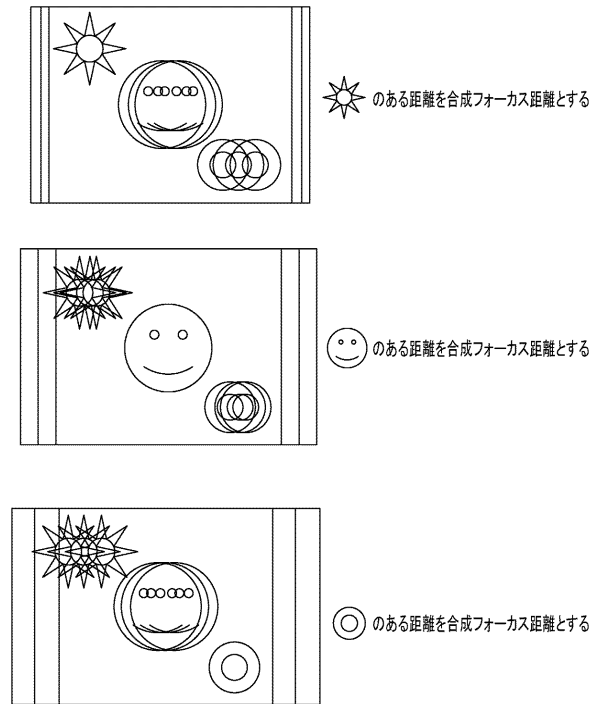
【 図 4 】



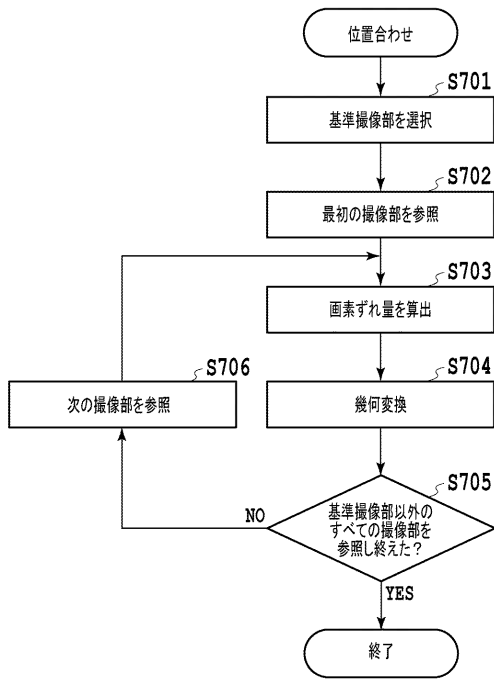
【 図 5 】



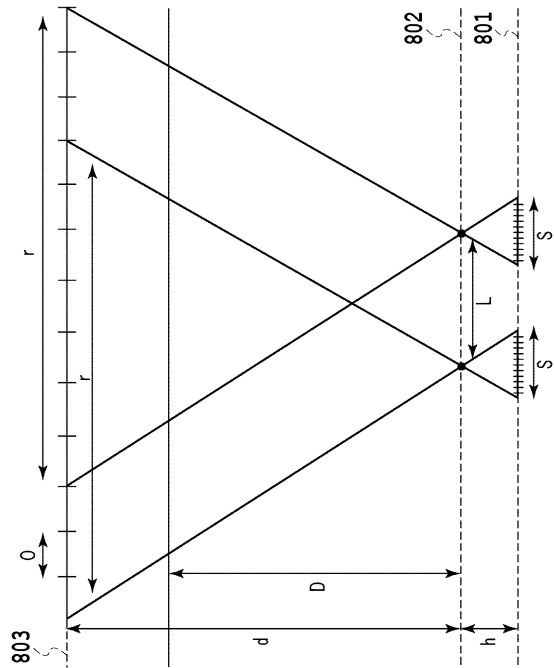
【 図 6 】



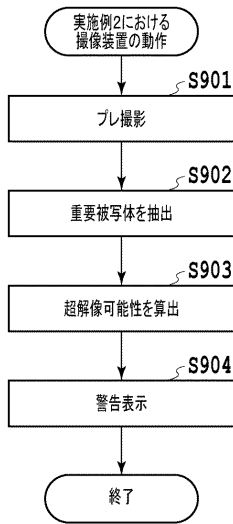
【 図 7 】



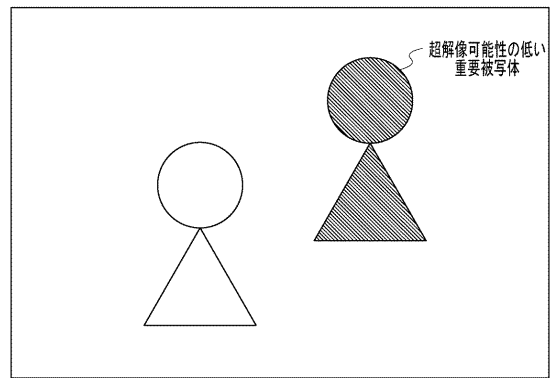
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.				F I				テーマコード(参考)
G 0 6 T	3/00	(2006.01)		G 0 2 B	7/11		N	
H 0 4 N	5/232	(2006.01)		G 0 6 T	3/00	6 0 0 B		
				H 0 4 N	5/232		Z	

Fターム(参考) 5C122 DA04 EA37 EA38 EA67 FA18 FB02 FD01 FH11 FH13 FH14
FH18 FK12 HA88 HB01 HB03 HB06