

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5837463号  
(P5837463)

(45) 発行日 平成27年12月24日(2015.12.24)

(24) 登録日 平成27年11月13日(2015.11.13)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4N	5/225	(2006.01)	HO4N	5/225	Z
HO4N	5/232	(2006.01)	HO4N	5/232	Z
HO4N	1/409	(2006.01)	HO4N	1/40	I O I D

請求項の数 4 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2012-152939 (P2012-152939)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成24年7月6日(2012.7.6)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2014-17619 (P2014-17619A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成26年1月30日(2014.1.30)	(74) 代理人	100117787
審査請求日	平成26年8月26日(2014.8.26)		弁理士 勝沼 宏仁
		(74) 代理人	100082991
			弁理士 佐藤 泰和
		(74) 代理人	100103263
			弁理士 川崎 康
		(74) 代理人	100107582
			弁理士 関根 毅
		(74) 代理人	100118843
			弁理士 赤岡 明
		(74) 代理人	100167933
			弁理士 松野 知絃

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置および画像処理システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の撮像装置により撮影された第1の画像における第1の画素と、前記第1の撮像装置とフォーカス位置が異なる第2の撮像装置により撮像された第2の画像において対応する第2の画素と、のずれ量を推定するずれ推定部と、

前記ずれ量に基づいて、前記第1の画素のピントが合っていると判断される場合には、デモザイク処理された前記対応する第2の画素の画素値を用いて前記第1の画素に対してデモザイク処理を行い、第1のデモザイク画像を生成するデモザイク部と、を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記デモザイク部は、前記第1の画素のずれ量における、前記第1の撮像装置の錯乱円サイズが第1の値より小さい場合、前記第1の画素のピントが合っていると判断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】

前記デモザイク部は、前記ずれ量に基づいて、前記第2の画素のピントが合っていると判断される場合には、前記対応する前記第1の画素の画素値を用いて前記第2の画素に対してデモザイク処理を行って、第2のデモザイク画像を生成し、

当該画像処理装置は、前記第1のデモザイク画像および前記第2のデモザイク画像を用いて、前記第1の画像および前記第2の画像とはフォーカスが異なる出力画像を生成するフォーカス変換部を備え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 4】

第 1 の画像を撮像する第 1 の撮像装置と、  
前記第 1 の撮像装置とフォーカス位置が異なる第 2 の画像を撮像する第 2 の撮像装置と

、  
前記第 1 の画像における第 1 の画素と、前記第 2 の画像において対応する第 2 の画素と、  
のずれ量を推定するずれ推定部と、

前記ずれ量に基づいて、前記第 1 の画素のピントが合っていると判断される場合には、  
デモザイク処理された前記対応する第 2 の画素の画素値を用いて前記第 1 の画素に対して  
デモザイク処理を行い、第 1 のデモザイク画像を生成するデモザイク部と、を備えること  
を特徴とする画像処理システム。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明の実施形態は、画像処理装置および画像処理システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、携帯電話等のモバイル機器の多くにカメラが搭載されるようになってきており、  
このカメラの高解像度化が望まれている。ところが一般に、解像度が高いカメラは大型で  
ある。そのため、大型ではあるが高解像度のカメラを有するモバイル機器を実現するか、  
低解像度のカメラを有する小型なモバイル機器を実現するか、いずれかを選択せざるを得  
ないのが現状である。

20

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特開 2006 - 171149 号公報

【特許文献 2】特開 2011 - 97288 号公報

【特許文献 3】米国特許出願公開第 2011 / 80487 号明細書

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

小型な撮像装置を用いて解像感が高い画像を生成可能な画像処理装置および画像処理シ  
ステムを提供する。

30

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

実施形態によれば、画像処理装置は、ずれ推定部と、デモザイク部とを備えている。前  
記ずれ推定部は、第 1 の撮像装置により撮影された第 1 の画像における第 1 の画素と、前  
記第 1 の撮像装置とフォーカス位置が異なる第 2 の撮像装置により撮像された第 2 の画像  
において対応する第 2 の画素と、のずれ量を推定する。前記デモザイク部は、前記第 1 の  
画像の各画素に対し、前記ずれ量に基づいて、前記第 1 の画素のピントが合っていると判  
断される場合には、前記対応する第 2 の画素の画素値を用いてデモザイク処理を行い、第  
1 のデモザイク画像を生成する。

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【0006】

【図 1】第 1 の実施形態に係る画像処理システムの概略構成を示すブロック図。

【図 2】撮像装置 1 a , 1 b の画素配列を模式的に示す図。

【図 3】撮像装置 1 a , 1 b の錯乱円サイズと、被写体と撮像装置 1 a , 1 b との距離と  
の関係を示す図。

【図 4】ずれ推定部 2 1 の内部構成の一例を示すブロック図。

【図 5】ずれ推定部 2 1 の処理動作の一例を示すフローチャート。

【図 6】縮小部 3 1 の処理動作を説明する図。

50

- 【図 7】低解像度視差マップ生成部 3 2 の処理動作を説明する図。
- 【図 8】LPF 制御部 3 3 の処理動作を説明する図。
- 【図 9】LPF 部 3 4 の処理動作を説明する図。
- 【図 10】デモザイク部 2 2 の内部構成の一例を示すブロック図。
- 【図 11】デモザイク部 2 2 の処理動作の一例を示すフローチャート。
- 【図 12】判定部 4 1 の処理動作を説明する図。
- 【図 13】第 2 の実施形態に係る画像処理システムの概略構成を示すブロック図。
- 【図 14】フォーカス変換部 2 4 の内部構成の一例を示すブロック図。
- 【図 15】フォーカス変換部 2 4 の処理動作の一例を示すフローチャート。
- 【図 16】フォーカス変換部 2 4 の処理動作を説明する図。 10
- 【図 17】フォーカス変換部 2 4 の処理動作を説明する図。
- 【図 18】フォーカス変換部 2 4 の内部構成の一例を示す図。
- 【図 19】フォーカス変換部 2 4 の処理動作の一例を示すフローチャート。
- 【図 20】フォーカス変換部 2 4 の処理動作を説明する図。
- 【図 21】オートフォーカス機能を有する撮像装置を用いる場合の、フォーカス位置調整の様子を示す図。
- 【図 22】撮像装置の配置例を示す図。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0007】
- 以下、実施形態について、図面を参照しながら具体的に説明する。 20
- 【0008】
- (第 1 の実施形態)
- 図 1 は、第 1 の実施形態に係る画像処理システムの概略構成を示すブロック図である。この画像処理システムは、複数の撮像装置 1 a , 1 b と、画像処理装置 2 とを備えている。撮像装置 1 a , 1 b は例えば CMOS カメラであり、これらと画像処理装置 2 とを同一の半導体チップ上に形成してカメラモジュールを形成してもよい。これにより、撮像装置 1 a , 1 b の位置ずれを抑制できる。あるいは、撮像装置 1 a , 1 b とは別個の装置で画像処理装置 2 の機能を実現してもよい。
- 【0009】
- 撮像装置 1 a , 1 b は水平方向に 8 mm 離れて配置されると仮定する。また、撮像装置 1 a , 1 b に共通する仕様として、以下を仮定する。 30
- 【0010】
- ・焦点距離  $f = 3.1 \text{ mm}$
  - ・F 値 = 2.2
  - ・有効口径  $D = 1.4 \text{ mm}$
  - ・ピクセルサイズ =  $1.4 \mu\text{m}$
  - ・カラーフィルタ：ベイヤー配列
  - ・画素数： $2560 \times 1920 = \text{約 } 4.9 \text{ M画素}$ 。
- 【0011】
- 但し、両撮像装置 1 a , 1 b のフォーカス位置は互いに異なっており、それぞれ 60 cm および 20 cm の固定フォーカス (FF: Fixed Focus) であると仮定する。すなわち、撮像装置 1 a , 1 b は、そのレンズからそれぞれ 60 cm および 20 cm 離れた被写体を、ピントが合った状態で撮影できる。なお、以上の仮定は例示にすぎず、本実施形態を何ら限定するものではない。 40
- 【0012】
- このように本実施形態では、約 4.9 M 画素というそれほど高解像度ではなく、かつ、固定フォーカスの撮像装置 1 a , 1 b を用いる。よって画像処理システムを小型化できる。
- 【0013】
- 図 2 は、撮像装置 1 a , 1 b における撮像素子の配列を模式的に示す図である。撮像装 50

置 1 a , 1 b はそれぞれ、R 撮像素子、G 撮像素子および B 撮像素子を有する。各撮像素子は、半導体基板上に形成されるフォトダイオードのような光電変換素子上にカラーフィルタを配置したものであり、特定の波長の光の強度をサンプリングする。より具体的には、R 撮像素子は可視光のうち長波長の光を、G 撮像素子は中程度の波長の光を、B 撮像素子は短波長の光をサンプリングする。

#### 【 0 0 1 4 】

ベイヤー配列では、同図の一点鎖線で示す 1 単位に、1 つずつの R 撮像素子および B 撮像素子、ならびに、2 つの G 撮像素子が含まれる。そして各撮像素子によりサンプリングされた光の強度が、1 つの画素値に対応する。このようなベイヤー配列では、位置ごとにサンプリングできる色が異なる。例えば、図 2 の位置 1 1 では赤のみをサンプリングでき、緑および青をサンプリングできない。よって、位置 1 1 に対応する画素では、緑および青の画素値を推測しなければならない。同様に、位置 1 2 , 1 3 の赤および青の画素値、位置 1 4 の赤および緑の画素値を推測しなければならない。この推測処理はデモザイク処理と呼ばれ、図 1 の画像処理装置 2 によって行われる。

10

#### 【 0 0 1 5 】

サンプリング定理から明らかなように、高周波パターンに対してデモザイク処理を行うと、偽色やモアレ（以下、アーティファクトという）が生じる。そこで、本実施形態では、フォーカス位置が異なる 2 つの撮像装置 1 a , 1 b を用いて、アーティファクトを抑え、かつ、解像感が高い画像を生成するものである。

#### 【 0 0 1 6 】

ここで、撮像装置 1 a , 1 b の錯乱円について説明する。被写体が極めて小さな点である場合、ピントがぴったり合った状態では、1 あるいは少数の撮像素子により被写体が撮影される。これに対し、ピントが合っていない状態では、1 つの撮像素子を中心とし、ある半径内の複数の撮像素子により被写体が撮影される。この円を錯乱円といい、その半径を錯乱円サイズという。このように、ピントがあっていれば錯乱円サイズは小さく、ピントがずれるほど錯乱円サイズは大きくなる。以下では、ピントが合っている状態をインフォーカス、ピントが合っていない状態をアウトオブフォーカスともいう。

20

#### 【 0 0 1 7 】

図 3 は、撮像装置 1 a , 1 b の錯乱円サイズと、被写体と撮像装置 1 a , 1 b との距離（以下、奥行き D という）との関係を示す図である。横軸は奥行きの逆数  $1 / D$  であり、縦軸は奥行きが D のときの錯乱円サイズ  $B o k e h A ( D )$  ,  $B o k e h B ( D )$  である。撮像装置 1 a はフォーカス位置が 20 cm である。よって、奥行きが 20 cm（すなわち  $1 / D$  が 0 . 0 5）のときに撮像装置 1 a の錯乱円サイズ  $B o k e h A ( D )$  は最小となり、奥行きが 20 cm から離れるにつれて錯乱円サイズは大きくなる。撮像装置 1 b についても錯乱円サイズ  $B o k e h B ( D )$  も同様である。

30

#### 【 0 0 1 8 】

図 3 の関係は、上記撮像装置 1 a , 1 b の仕様から定まる。より具体的には、カメラのレンズと撮像素子との距離に応じて錯乱円サイズの最小値が定まり、レンズの形状に応じて傾きが定まる。

#### 【 0 0 1 9 】

図 1 に戻り、画像処理装置 2 は、ずれ推定部 2 1 と、デモザイク部 2 2 と、記憶部 2 3 とを有する。ずれ推定部 2 1 は、撮像装置 1 a により撮影された画像（以下、A 画像という）における画素と、撮像装置 1 b により撮影された画像（以下、B 画像という）における対応画素とのずれ量（以下、視差ともいう）を、A 画像内の画素（または複数の画素からなるブロック）ごとに推定する。デモザイク部 2 2 は、推定されたずれ量に基づいて、A 画像に対してデモザイク処理を行う。記憶部 2 3 は図 3 に示す錯乱円サイズ  $B o k e h A ( D )$  ,  $B o k e h B ( D )$  と奥行き D との関係記憶している。

40

#### 【 0 0 2 0 】

ここで、奥行き D が大きいほど、被写体の A 画像における位置と B 画像における位置とのずれ量は小さくなる。逆に、奥行き D が小さいほど、被写体の A 画像における位置と B

50

画像における位置とのずれ量は大きくなる。すなわち、奥行きDと、A画像における位置とB画像における位置とのずれ量との関係は、ほぼ反比例である。この理由により、図3の横軸をずれ量と考えることもできる。以下、説明を簡略化するために比例係数を1とし、奥行きの逆数をずれ量とする。

【0021】

続いて、ずれ推定部21について詳しく説明する。

【0022】

ずれ推定部21は、A画像およびB画像に対してステレオマッチング処理を行い、A画像内の各画素と対応するB画像内の画素を探索することで、ずれ量を検出できるようにも思える。

10

【0023】

ところが、両画像はフォーカス位置が異なるため、ぼけ量が異なっている。例えばA画像におけるある画素がインフォーカスである場合、B画像における対応する画素はアウトオブフォーカスである。そのため、単純なステレオマッチングでは、必ずしも正確なずれ量が推定できないこともある。そこで、ずれ推定部21は、以下のような処理を行って、高精度に奥行きを推定するのが望ましい。

【0024】

図4は、ずれ推定部21の内部構成の一例を示すブロック図である。ずれ推定部21は、縮小部31と、低解像度視差マップ生成部32と、LPF制御部33と、LPF部34と、高解像度視差マップ生成部35とを有する。

20

【0025】

縮小部31はA画像およびB画像を予め定めた一定の縮小率で縮小し、縮小されたA画像およびB画像（以下、それぞれ縮小A画像および縮小B画像という）を生成する。低解像度視差マップ生成部32は、縮小A画像および縮小B画像に対してステレオマッチング処理を行って、縮小A画像の低解像度視差マップDisLowRes(y, x)を生成する。低解像度視差マップDisLowRes(y, x)は、縮小A画像における位置(y, x)（画像における垂直方向y番目かつ水平方向x番目の位置を意味する。以下同じ）の画素の、これと対応する縮小B画像における画素に対するずれ量を示す。

【0026】

LPF制御部33は、低解像度視差マップDisLowRes(y, x)および記憶部23に記憶された図3の關係を用いて、LPF部34を制御する。LPF部34は、A画像およびB画像に対して、LPF制御部33の制御に応じた低域通過処理を行い、高周波成分がカットされたA画像およびB画像（以下、LPF(A)画像およびLPF(B)画像という）を生成する。高解像度視差マップ生成部35は、LPF(A)画像およびLPF(B)に対してステレオマッチング処理を行って、A画像の高解像度視差マップDisHighRes(Y, X)を生成する。高解像度視差マップDisHighRes(Y, X)は、A画像における位置(Y, X)の画素の、これと対応するB画像における画素に対するずれ量を示す。

30

【0027】

図5は、ずれ推定部21の処理動作の一例を示すフローチャートである。なお、同図の処理に先立って、予めA画像およびB画像に対してレンズ歪を補正したり、フォーカス位置の差に起因する両画像の画角の差を補正したりしておいてもよい。

40

【0028】

まず、縮小部31は、A画像およびB画像を予め定めた一定の縮小率で縮小し、縮小A画像および縮小B画像を生成する(S1)。

【0029】

図6は、縮小部31の処理動作を説明する図である。縮小部31、例えば縮小率を1/4として、2560×1920画素の解像度であるA画像およびB画像を縮小し、640×480画素の解像度である縮小A画像および縮小B画像を生成する。

【0030】

50

続いて、低解像度視差マップ生成部32はステレオマッチング処理を行って、縮小A画像についての低解像度視差マップ  $DisLowRes(y, x)$  を生成する(S2)。撮像装置1a, 1bが水平方向に並んで配置される場合、ステレオマッチング処理では水平方向のみ探索すればよいため、ラインメモリを削減できる。縮小A画像および縮小B画像においては、A画像およびB画像のぼけ量の差はほとんど問題にならない。

【0031】

図7は、低解像度視差マップ生成部32の処理動作を説明する図である。縮小A画像における位置  $(y_0, x_0)$  を中心とするブロックが、縮小B画像における位置  $(y_0, x_0 + k)$  を中心とするブロックと対応する場合、 $DisLowRes(y_0, x_0) = k$  と設定する。対応するブロックを探索するには、例えば縮小A画像におけるブロック内の各画素と、縮小B画像におけるブロック内の各画素との差分絶対値の総和(SAD: Sum of Absolute Difference)が最小となる、縮小B画像におけるブロックを探索すればよい。また、SADに代えて、例えば縮小A画像におけるブロック内の各画素と、縮小B画像におけるブロック内の各画素との差分2乗値の総和(SSD: Sum of Squared Difference)等、他の指標を用いて探索を行ってもよい。対応するブロックが見つからない場合は周囲から補間する等、適宜例外処理を行ってもよい。

【0032】

このような処理を縮小A画像における全ての位置  $(y, x)$  について行うことで、縮小A画像における位置  $(y, x)$  の画素の、縮小B画像における対応画素に対するずれ量を示す、解像度  $640 \times 480$  の低解像度視差マップ  $DisLowRes(y, x)$  が生成される。上述のように、低解像度視差マップ  $DisLowRes(y, x)$  が示すずれ量は奥行きと反比例する。

【0033】

この低解像度視差マップ  $DisLowRes(y, x)$  は、縮小A画像および縮小B画像を用いて生成されたものであるため、必ずしもずれ量の精度は高くない。そこで、ずれ推定部21は生成された低解像度視差マップ  $DisLowRes(y, x)$  および図3の関係を用い、高解像度かつずれ量の精度が向上した、高解像度視差マップ  $DisHighRes(Y, X)$  を以下のように生成する。

【0034】

まず、LPF制御部33はA画像における1つの位置  $(Y, X)$  を選択する(S3)。位置  $(Y, X)$  を選択する順序は任意でよいが、例えば画像の左上から右下へ向かうラスタースキャン順とする。

【0035】

ここで、低解像度視差マップ  $DisRowRes(y, x)$  のずれの誤差を  $\pm Serr$  とする。この誤差  $Serr$  の値は予め定められている。縮小率が  $1/4$  である場合、A画像における位置  $(Y, X)$  のずれ量を示す  $DisHighRes(Y, X)$  は下記(1)式に示すように、 $Smin \sim Smax$  の範囲内と考えられる(S4)。

【0036】

$$\begin{aligned} Smin & DisHighRes(Y, X) Smax \\ Smin &= DisLowRes(Y/4, X/4) - Serr \\ Smax &= DisLowRes(Y/4, X/4) + Serr \dots (1) \end{aligned}$$

【0037】

さらに、ずれ量が奥行きDの逆数と対応することを利用し、ずれ推定部21は上記範囲内での撮像装置1a, 1bの錯乱円サイズ(図3)の最大値  $BokehAMax$ ,  $BokehBMax$  を取得する。

【0038】

図8は、LPF制御部33の処理動作を説明する図である。同図に示す  $Smin \sim Smax$  の範囲の例では、撮像装置1aでは、ずれ量が最小値  $Smin$  の場合に錯乱円サイズが最大値  $BokehAMax$  となり、撮像装置1bでは、ずれ量が最大値  $Smax$  の場合に錯乱円サイズが最大値  $BokehBMax$  となる。

## 【0039】

そして、LPF制御部33は、BokehAMax, BokehBMaxの最大値をBokehMaxとする(S6)。このBokehMaxに基づいて、LPF制御部33はA画像およびB画像に適用するLPFを選択する(S7)。より具体的には、LPF制御部33は、低域通過処理により得られるLPF(A)画像およびLPF(B)画像の錯乱円がBokehMaxと近似した空間周波数特性となるよう、LPFを選択する。例えば、LPF制御部33は半径BokehMaxのガウシアンフィルタをA画像およびB画像用に選択する。あるいは、A画像およびB画像に異なるLPFを選択してもよい。例えばBokehAMax > BokehBMaxであってA画像のほうがぼけている場合、B画像にはより強いLPFを選択してもよい。

10

## 【0040】

続いて、LPF部34は、選択されたLPFを用いて、A画像およびB画像に低域通過処理を行い、それぞれLPF(A)画像およびLPF(B)画像を生成する(S8)。

## 【0041】

図9は、LPF部34の処理動作を説明する図である。LPF部34は、A画像の一部に対して低域通過処理を行い、位置(Y, X)を中心とする所定サイズ(同図では7x7画素)のブロックのLPF(A)画像を生成する。もちろん、低域通過処理にはA画像におけるブロックの外側の画素を用いても構わない。一方、LPF部34は、B画像の一部に対して低域通過処理を行い、位置(Y, X)を含み、垂直方向がブロックサイズと等しい画素数であり(同図では7画素)、水平方向が探索範囲に相当する画素数のLPF(B)画像を生成する。

20

## 【0042】

高解像度視差マップ生成部35は、生成されたLPF(A)画像およびLPF(B)画像に対してステレオマッチング処理を行って、高解像度視差マップDisHighRes(Y, X)を生成する(S9)。図9に示すように、LPF(A)画像における位置(Y, X)を中心とするブロックが、LPF(B)画像における位置(Y, X+m)を中心とするブロックと対応する場合、DisHighRes(Y, X) = mと設定する。対応するブロックを探索するには、例えばLPF(A)画像におけるブロック内の各画素と、LPF(B)画像におけるブロック内の各画素との差分絶対値の総和(SAD)が最小となる、LPF(B)画像におけるブロックを探索すればよい。対応するブロックが見つからない場合は周囲から補間する等、適宜例外処理を行ってもよい。

30

## 【0043】

以上の処理を、A画像におけるすべての位置の画素について行う(S10)。このようにして、ずれ推定部21は、解像度がA画像と等しく2560x1920画素である、高解像度視差マップDisHighRes(Y, X)を生成できる。

## 【0044】

なお、上記の処理をA画像およびB画像そのものに対して行ってもよいが、ずれ推定部21の処理に先立って、低解像度視差マップ生成部32および高解像度視差マップ生成部35でのステレオマッチング処理を行いやすい画像に変換しておいてもよい。例えば、ずれ推定部21は、A画像およびB画像の輝度信号Yを生成し、輝度信号Yのみを含むA画像およびB画像に対して処理してもよい。輝度信号Yは、例えば3x3画素に対して下式の畳み込みを行って生成できる。

40

## 【0045】

$$Y = a_{ij} * k_{ij} / 16$$

ここで、 $a_{ij}$  ( $i, j = 0 \sim 2$ ) は各画素の画素値、 $k_{ij}$  は所定の係数であり、例えば( $k_{00}, k_{01}, k_{012}, k_{10}, k_{11}, k_{12}, k_{20}, k_{21}, k_{22}$ ) = (1, 2, 1, 2, 4, 2, 1, 2, 4)とする。上式によれば、3x3画素内でR, G, B画素がどのように配置されていても、Rの重みとBの重みは等しく、かつ、Gの重みの1/2となる。

## 【0046】

50

あるいは、ずれ推定部 2 1 は、A 画像および B 画像に対して（アーティファクトの発生や解像感を考慮せずに）簡易的なデモザイク処理を行った A 画像および B 画像に対して、処理してもよい。

【 0 0 4 7 】

各画素に R , G および B 画素のいずれかしか存在しないベイヤー配列に比べて、デモザイク処理された画像や輝度信号を用いることで、より高精度にステレオマッチングを行うことができる。

【 0 0 4 8 】

続いて、デモザイク部 2 2 について詳しく説明する。

【 0 0 4 9 】

一般に、インフォーカス画像に対してデモザイク処理を行うと、アーティファクトが発生することがある。インフォーカス画像は高周波成分を含んでいるためである。そこで、高周波成分を除去した後にデモザイク処理を行うことで、アーティファクトを抑制できる。しかしながら、生成されるデモザイク処理された画像は高周波成分が失われており、解像感が低下してしまう。

【 0 0 5 0 】

そこで、本実施形態では、以下のようにインフォーカス画像およびアウトオブフォーカス画像を用いることで、アーティファクトを抑制し、かつ、高周波成分が失われないデモザイク処理を行う。

【 0 0 5 1 】

図 1 0 は、デモザイク部 2 2 の内部構成の一例を示すブロック図である。デモザイク部 2 2 は、判定部 4 1 と、B 画像デモザイク部 4 2 と、A 画像デモザイク部 4 3 とを有する。

【 0 0 5 2 】

判定部 4 1 は、高解像度視差マップ  $DisHighRes(Y, X)$  および記憶部 2 3 に記憶された図 3 の関係を用いて、デモザイク処理を行う対象の A 画像における画素（以下、デモザイク対象画素という）がインフォーカスであるかアウトオブフォーカスであるかを判定する。

【 0 0 5 3 】

B 画像デモザイク部 4 2 は B 画像に対してデモザイク処理を行う。A 画像デモザイク部 4 3 は A 画像に対してデモザイク処理を行う。A 画像に対するデモザイク処理において、A 画像デモザイク部 4 3 は、デモザイク対象画素がアウトオブフォーカスであれば B 画像のデモザイク結果を用いず、インフォーカスであれば B 画像のデモザイク結果を用いる。

【 0 0 5 4 】

図 1 1 は、デモザイク部 2 2 の処理動作の一例を示すフローチャートである。同図のフローチャートは、高解像度視差マップ  $DisHighRes(Y, X)$  を生成した A 画像についてデモザイク処理（例えば、図 2 の位置 1 1 の緑および青の画素値、位置 1 2 , 1 3 の赤および青の画素値および位置 1 4 の緑および青の画素値を推測する処理）を行うものである。

【 0 0 5 5 】

まず、判定部 4 1 は、デモザイク処理を行う対象となる、A 画像における位置  $(Y, X)$  を選択する（S 1 1）。位置  $(Y, X)$  を選択する順序は任意でよいが、例えば画像の左上から右下へ向かうラスタースキャン順とする。位置  $(Y, X)$  は、例えば図 2 の位置 1 1 等、いずれかの撮像素子の位置に対応している。

【 0 0 5 6 】

続いて、判定部 4 1 は、高解像度視差マップ  $DisHighRes(Y, X)$  を取得する。これは位置  $(Y, X)$  における奥行き  $D(Y, X)$  の逆数に対応する。さらに、判定部 4 1 は、記憶部 2 3 に記憶されている図 3 の関係を用いて、 $1 / 奥行き D(Y, X)$  における錯乱円サイズ  $BokehA(D(Y, X))$  を取得する。以上のようにして、判定部 4 1 は位置  $(Y, X)$  から A 画像の錯乱円サイズ  $BokehA(D(Y, X))$  を取得

10

20

30

40

50



できる (S 1 2)。

【 0 0 5 7 】

さらに、判定部 4 1 は錯乱円サイズ  $B o k e h A ( D ( Y , X ) )$  と予め定めた閾値  $B o k e h T H$  とを比較する (S 1 3)。

【 0 0 5 8 】

図 1 2 は、判定部 4 1 の処理動作を説明する図である。同図の点 E に示すように、錯乱円サイズ  $B o k e h A ( D ( Y , X ) )$  が閾値  $B o k e T h$  より大きい場合 (S 1 3 の Y E S)、A 画像はピントが合っていない (アウトオブフォーカス) と判断される。言い換えると、位置  $( Y , X )$  近辺に空間周波数が高い情報は含まれていない。よって、通常のデモザイク処理 (S 1 4) でもアーティファクトはほとんど生じない。通常のデモザイク処理とは、例えば適応型カラープレーン補間 (Advanced Color Plane Interpolation: A C P I) や線形補間等、公知の手法であって、B 画像を用いずにデモザイク処理するものである。

10

【 0 0 5 9 】

一方、図 1 2 の点 F に示すように、錯乱円サイズ  $B o k e h A ( D ( Y , X ) )$  が閾値  $B o k e h T H$  以下である場合 (S 1 3 の N O)、A 画像はピントが合っていると判断される。言い換えると、位置  $( Y , X )$  近辺に空間周波数が高い情報が含まれる可能性がある。よって、通常のデモザイク処理ではアーティファクトが発生するおそれがある。ここで、撮像装置 1 a, 1 b はフォーカス位置が互いに異なるため、A 画像がインフォーカスであれば、B 画像はアウトオブフォーカスである。そこで、デモザイク部 2 2 はアウトオブフォーカスである B 画像を用いてデモザイク処理を行う。

20

【 0 0 6 0 】

ずれ推定部 2 1 により生成された高解像度視差マップ  $D i s H i g h R e s ( Y , X )$  を考慮すると、A 画像の位置  $( Y , X )$  に対応する B 画像の位置は  $( Y , X + D i s H i g h R e s ( Y , X ) )$  である (以下、この位置を  $( Y , X ' )$  と表記する)。B 画像デモザイク部 4 2 は、まず B 画像における位置  $( Y , X ' )$  の画素に対して、通常のデモザイク処理を行う (S 1 5)。これにより、B 画像における位置  $( Y , X ' )$  における赤の画素値  $R b$ 、緑の画素値  $G b$  および青の画素値  $B b$  が得られる。

【 0 0 6 1 】

B 画像はアウトオブフォーカスであるため、これら画素値  $R b$ 、 $G b$  および  $B b$  にはアーティファクトが生じにくい。ただし、B 画像は錯乱円サイズが大きく、高周波成分が失われている。

30

【 0 0 6 2 】

続いて、A 画像デモザイク部 4 3 は、得られた B 画像の画素値  $R b$ 、 $G b$  および  $B b$  を用い、A 画像における位置  $( Y , X )$  の画素に対してデモザイク処理を行う (S 1 6)。例えば、位置  $( Y , X )$  に G 撮像素子があってその画素値が  $G a$  である場合、A 画像デモザイク部 4 3 は、赤の画素値  $R a$  および青の画素値  $B a$  を下記 (1) 式により算出する。

【 0 0 6 3 】

$$\begin{aligned} R a &= R b * ( G a / G b ) \\ B a &= B b * ( G a / G b ) \quad \dots ( 1 ) \end{aligned}$$

40

【 0 0 6 4 】

ただし、分母  $G b$  が 0 である場合や、0 でなくても  $G a / G b$  が大きい場合、正しく画素値  $R a$ 、 $B a$  を算出できないこともある。そのため、このような場合には通常のデモザイク処理や下記 (2) 式等の例外処理を行ってもよい。

【 0 0 6 5 】

$$\begin{aligned} R a &= R b - G b + G a \\ B a &= B b - G b + G a \quad \dots ( 2 ) \end{aligned}$$

【 0 0 6 6 】

より具体的な例として、 $G a / G b$  が 4 以下であれば上記 (1) 式を用い、 $4 < G a / G b < 20$  であれば、上記 (1) 式の結果と上記 (2) 式の結果とを、 $( 20 - G a / G$

50

b) :  $(G_a / G_b - 4)$  の比率でブレンドし、 $G_a / G_b$  が 20 以上であれば上記 (2) 式を用いてもよい。

【0067】

同様にして、デモザイク部 22 は、位置  $(Y, X)$  に R 撮像素子がある場合の緑の画素値  $G_a$  および青の画素値  $B_a$ 、ならびに、位置  $(Y, X)$  に B 撮像素子がある場合の赤の画素値  $R_a$  および緑の画素値  $G_a$  を算出する。

【0068】

以上の処理を、すべての A 画像における位置  $(Y, X)$  について行う (S17)。

【0069】

上記の処理において、A 画像がインフォーカスである場合、A 画像の画素値  $R_a \sim B_a$  を (高周波成分をカットすることなく) そのまま使用するため、解像感の低下を抑制できる。また、アウトオブフォーカスの B 画像の画素値  $R_b \sim B_b$  を使用するため、アーティファクトを抑制できる。

【0070】

以上のデモザイク処理により、各画素が R, G および B の画素値を含む、デモザイクされた画像が生成される。デモザイク部 22 は、デモザイク処理により得られた画像を拡大し、その後画素を適宜間引いて、ベイヤー配列の画素から構成される画像を生成してもよい。通常の撮像装置の出力はベイヤー配列だからである。一旦拡大しておくことで、その後の信号処理でアーティファクトが発生するのを低減できる。

【0071】

なお、上記の閾値  $B_{ok e h T H}$  は、図 12 に示すように、撮像装置 1a の錯乱円サイズ  $B_{ok e h A}(D)$  と撮像装置 1b の錯乱円サイズ  $B_{ok e h B}(D)$  とが一致する値あるいはそれより小さい値としてもよい。このように設定することで、A 画像がインフォーカスである場合、B 画像は必ず A 画像よりピントが外れていることになり、デモザイクの精度を向上できる。

【0072】

このように、第 1 の実施形態では、フォーカス位置が異なる 2 つの画像を用いてデモザイク処理を行う。そのため、アーティファクトを抑えて像度感が高い画像を得られる。また、それほど解像度が高くない 2 つの撮像装置 1a, 1b を用いるため、小型化が図れる。

【0073】

なお、図 1 の画像処理システムでは 2 つの撮像装置 1a, 1b を用いる例を示したが、フォーカス位置が互いに異なる 3 つ以上の撮像装置を用いてもよい。この場合、任意の 2 つの撮像装置により撮影された画像を A 画像および B 画像として処理すればよい。A 画像は、例えばピントが最も合っている画像とし、B 画像は、例えば A 画像に次いでピントが合っている画像とすることができる。

【0074】

また、図 2 ではベイヤー配列の撮像素子を例示したが、撮像素子の配列はこれに限定されるものではない。そして、ベイヤー配列でない場合のデモザイク処理とは、撮像素子によって撮影された 1 つの画素値があつて、他の画素値が存在しない場合に、存在しない画素値を推測する処理をいう。

【0075】

(第 2 の実施形態)

以下に説明する第 2 の実施形態では、ぼけサイズを変換し、撮像装置 1a, 1b に近い被写体から遠い被写体まで広い範囲にわたってピントが合ったディープフォーカスな出力画像を生成するものである。

【0076】

図 13 は、第 2 の実施形態に係る画像処理システムの概略構成を示すブロック図である。図 8 では、図 1 と共通する構成部分には同一の符号を付しており、以下では相違点を中心に説明する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 7 】

第1の実施形態では、A画像についてのみデモザイク処理を行う例を示したが、本実施形態のデモザイク部22は、B画像に対しても同様にデモザイク処理を行っているものとする。すなわち、B画像内の各画素のうち、ピントが合っていない場合は当該画素に対して通常のデモザイク処理を行い、ピントが合っている場合はA画像内の対応画素をも用いて、デモザイク処理を行う。以下では、デモザイク処理後のA画像およびB画像をそれぞれ、デモザイクA画像およびデモザイクB画像という。なお、デモザイクA画像の解像度はA画像の解像度と等しい。

## 【 0 0 7 8 】

また、同13の画像処理システムにおける画像処理装置2aは、さらにフォーカス変換部24を有する。フォーカス変換部24は、デモザイクA画像およびデモザイクB画像のうち、画素ごとにピントがあっている画像を選択することにより、ディープフォーカスな出力画像を生成する。

10

## 【 0 0 7 9 】

図14は、フォーカス変換部24の内部構成の一例を示すブロック図である。フォーカス変換部24は、制御部51と、選択部52とを有する。制御部51は、ずれ推定部21により生成された高解像度視差マップ  $DisHighRes(Y, X)$  および記憶部23に記憶された図3の関係を用いて、デモザイクA画像およびデモザイクB画像のいずれがぼけが少ない画像であるかを判定し、選択部52を制御する。選択部52は、ぼけが少ない画像の画素を選択して、出力画像の画素とする。

20

## 【 0 0 8 0 】

図15は、フォーカス変換部24の処理動作の一例を示すフローチャートである。また、図16は、フォーカス変換部24の処理動作を説明する図である。

## 【 0 0 8 1 】

まず、制御部51は位置  $(Y, X)$  を選択する(S21)。位置  $(Y, X)$  を選択する順序は任意でよいが、例えば画像の左上から右下のラスタースキャン順とする。ここで、第1の実施形態で説明したように、A画像における位置  $(Y, X)$  は、B画像における位置  $(Y, X + DisHighRes(Y, X)) = (Y, X')$  と対応する。

## 【 0 0 8 2 】

続いて、制御部51は、高解像度視差マップ  $DisHighRes(Y, X)$  から、A画像における位置  $(Y, X)$  の奥行き  $D(Y, X)$  を取得する。この奥行き  $D(Y, X)$  はB画像における位置  $(Y, X')$  の奥行きでもある。そして、制御部51は、図3の関係を用いて、 $1 / 奥行き D(Y, X)$  における錯乱円サイズ  $BokehA(D(Y, X))$  ,  $BokehB(D(Y, X'))$  を取得する(S22)。

30

## 【 0 0 8 3 】

図16のPで示すように、 $BokehA(D(Y, X)) > BokehB(D(Y, X'))$  の場合(S23のYES)、デモザイクB画像の方がピントが合っている。よって、選択部52は、デモザイクB画像の位置  $(Y, X')$  の画素値を選択して、出力画像の位置  $(Y, X)$  の画素値に設定する(S25)。ここでの画素値はデモザイク処理後であるため、R、GおよびBの画素値を含む。

40

## 【 0 0 8 4 】

一方、図16のQで示すように、 $BokehA(D(Y, X)) < BokehB(D(Y, X'))$  の場合(S23のNO)、デモザイクA画像の方がピントが合っている。よって、選択部52は、デモザイクA画像の位置  $(Y, X)$  の画素値を選択して、出力画像の位置  $(Y, X)$  の画素値に設定する(S24)。

## 【 0 0 8 5 】

以上の処理が図16に概略的に示されている。 $BokehA(D)$  と  $BokehB(D)$  との交点Rの横軸値より  $1 / 奥行き D$  が小さい場合はデモザイクB画像の位置  $(Y, X')$  の画素値が選択され、交点Rの横軸値より  $1 / 奥行き D$  が大きい場合はデモザイクA画像の位置  $(Y, X)$  の画素値が選択されて、出力画像が形成される。

50

## 【 0 0 8 6 】

なお、デモザイク A 画像とデモザイク B 画像との輝度やカラーバランスが異なる場合、フォーカス変換部 2 4 は、これらを予め調整してから、出力画像を形成してもよい。

## 【 0 0 8 7 】

S 2 1 ~ S 2 5 に示す処理を、すべての位置 ( Y , X ) について行う ( S 2 6 )。これにより、出力画像の位置 ( Y , X ) に、A 画像の位置 ( Y , X ) または B 画像の位置 ( Y , X ' ) の画素値が移植され、広い奥行き範囲にわたってピントが合った出力画像が得られる。

## 【 0 0 8 8 】

以上は、2 つの撮像装置 1 a , 1 b を用いることを念頭に置いていた。これより多く、例えば 3 つの撮像装置 1 a ~ 1 c を用いることで、さらにディープフォーカスな出力画像が得られる。図 1 7 は、フォーカス位置が 1 2 c m である撮像装置 1 c をさらに用いる場合の、フォーカス変換部 2 4 の処理動作を説明する図である。同図において、点 S は B o k e h A ( D ) と B o k e h B ( D ) との交点であり、点 T は B o k e h A と B o k e h C との交点である。この場合、フォーカス変換部 2 4 は、1 / 奥行き D が点 S の横軸値以下であればデモザイク B 画像を用い、S の横軸値 ~ T の横軸値であればデモザイク A 画像を用い、T の横軸値以上であれば C 画像を用いる。その結果、ほとんどの奥行きにわたって、錯乱円サイズが 1 . 5 画素以下となり、極めてフォーカスが深い出力画像が生成される。

## 【 0 0 8 9 】

このように、第 2 の実施形態では、フォーカス位置が異なる複数の画像から、最もピントが合った画像を選択するため、ディープフォーカスな出力画像を生成できる。

## 【 0 0 9 0 】

( 第 3 の実施形態 )

上述した第 2 の実施形態におけるフォーカス変換部 2 4 はディープフォーカスな画像を生成するものであった。これに対し、第 3 の実施形態におけるフォーカス変換部 2 4 はデモザイク A 画像およびデモザイク B 画像のフォーカスを、予め定めた目標フォーカスへ変換するリフォーカス処理を行うものである。以下、第 2 の実施形態との相違点を中心に説明する。

## 【 0 0 9 1 】

図 1 8 は、フォーカス変換部 2 4 の内部構成の一例を示す図である。フォーカス変換部 2 4 は、制御部 6 1 と、切替部 6 2 と、ぼけ復元部 6 3 と、L P F 部 6 4 と、出力部 6 5 とを有する。

## 【 0 0 9 2 】

制御部 6 1 は、ずれ推定部 2 1 により生成された高解像度視差マップ D i s H i g h R e s ( Y , X ) および記憶部 2 3 に記憶された図 3 の関係を用いて、デモザイク A 画像およびデモザイク B 画像のいずれの画像を用いるかを判定し、切替部 6 2 を制御する。切替部 6 2 は制御部 6 1 の制御に応じてデモザイク A 画像またはデモザイク B 画像を選択し、これをぼけ復元部 6 3 または L P F 部 6 4 へ出力する。ぼけ復元部 6 3 は、選択された画像が目標フォーカスよりぼけている場合に、ぼけを復元する処理を行う。L P F 部は、選択された画像が目標フォーカスよりピントが合っている場合に、ぼかす ( ピントをずらす ) ための低域通過処理を行う。出力部 6 5 は、ぼけ復元部 6 3 または L P F 部 6 4 の処理後の画素を用いて、出力画像を生成する。

## 【 0 0 9 3 】

図 1 9 は、フォーカス変換部 2 4 の処理動作の一例を示すフローチャートである。また、図 2 0 は、フォーカス変換部 2 4 の処理動作を説明する図である。図 2 0 に示すように、目標フォーカス、すなわち、錯乱円サイズと奥行きとの関係 B o k e h T ( D ) が予め設定され、記憶部 2 3 に記憶されている。同図は、フォーカス位置を  $1 / 0 . 0 7 = 1 4 . 2 \text{ cm}$  に変換する例である。なお、同図において、点 P 1 は B o k e h T ( D ) と B o k e h B ( D ) との交点であり、点 P は B o k e h A ( D ) と B o k e h B ( D ) との交

10

20

30

40

50

点であり、点 P 3 , P 4 は B o k e h T ( D ) と B o k e h A ( D ) との交点である。

【 0 0 9 4 】

まず、制御部 6 1 は、第 2 の実施形態と同様にして、位置 ( Y , X ) を選択するとともに ( S 3 1 )、この位置での錯乱円サイズ B o k e h A ( D ( Y , X ) )、B o k e h B ( D ( Y , X ' ) ) を取得する ( S 3 2 )。さらに、図 2 0 の関係を用いて、A 画像の位置 ( Y , X ) における奥行き D ( Y , X ) に対応する錯乱円サイズ B o k e h T ( D ( Y , X ) ) を取得する ( S 3 2 )。そして、B o k e h A ( D ( Y , X ) )、B o k e h B ( D ( Y , X ' ) ) および B o k e h T ( D ( Y , X ) ) との大小関係に応じて、以下の処理を行う ( S 3 3 )。

【 0 0 9 5 】

( I ) B o k e h B ( D ( Y , X ' ) ) B o k e h A ( D ( Y , X ) ) B o k e h T ( D ( Y , X ) ) または B o k e h A ( D ( Y , X ) ) B o k e h T ( D ( Y , X ) ) B o k e h B ( D ( Y , X ' ) ) である場合 ( 図 2 0 の P 3 ~ P 4 )

このとき、デモザイク A 画像は、目標フォーカスよりピントが合っており、かつ、デモザイク B 画像より目標フォーカスに近い。そのため、制御部 6 1 の制御により、切替部 6 2 はデモザイク A 画像を L P F 部 6 4 に出力する。そして、L P F 部 6 4 はデモザイク A 画像における位置 ( Y , X ) の周辺に対して低域通過処理を行ってデモザイク A 画像をぼかす ( S 3 4 a )。例えば、L P F 部 6 4 は、デモザイク A 画像に対して、デモザイク A 画像の錯乱円サイズと B o k e h T ( D ( Y , X ) ) の錯乱円サイズとの差を半径とするガウシアンフィルタ処理を行う。これにより、錯乱円サイズが B o k e h T ( D ( Y , X ) ) に近づいた画像が得られる。

【 0 0 9 6 】

( I I ) B o k e h A ( D ( Y , X ) ) B o k e h B ( D ( Y , X ' ) ) B o k e h T ( D ( Y , X ) ) または B o k e h B ( D ( Y , X ' ) ) B o k e h T ( D ( Y , X ) ) B o k e h A ( D ( Y , X ) ) である場合 ( 図 2 0 の P 1 以下 )

このとき、デモザイク B 画像は、目標フォーカスよりピントが合っており、かつ、デモザイク A 画像より目標フォーカスに近い。そのため、制御部 6 1 の制御により、切替部 6 2 はデモザイク B 画像を L P F 部 6 4 に出力する。そして、L P F 部 6 4 はデモザイク B 画像における位置 ( Y , X ' ) の周辺に対して低域通過処理を行ってデモザイク B 画像をぼかす ( S 3 4 b )。例えば、L P F 部 6 4 は、デモザイク B 画像に対して、デモザイク B 画像の錯乱円サイズと B o k e h T ( D ( Y , X ) ) の錯乱円サイズとの差を半径とするガウシアンフィルタ処理を行う。これにより、錯乱円サイズが B o k e h T ( D ( Y , X ) ) に近づいた画像が得られる。

【 0 0 9 7 】

( I I I ) B o k e h T ( D ( Y , X ) ) B o k e h A ( D ( Y , X ) ) B o k e h B ( D ( Y , X ' ) ) である場合 ( 図 2 0 の P 2 ~ P 3 , P 4 以上 )

このとき、目標フォーカスよりピントが合っている画像はないが、デモザイク A 画像の方が目標フォーカスに近い。そのため、制御部 6 1 の制御により、切替部 6 2 はデモザイク A 画像をぼけ復元部 6 3 に出力する。ぼけ復元部 6 3 は、例えばデモザイク A 画像における位置 ( Y , X ) の周辺に対して、P S F ( Point Spread Function ) 逆変換、超解像変換あるいは高域強調処理を行って、ぼけを復元する。

【 0 0 9 8 】

( I V ) B o k e h T ( D ( Y , X ) ) B o k e h B ( D ( Y , X ' ) ) B o k e h A ( D ( Y , X ) ) である場合 ( 図 2 0 の P 1 ~ P 2 )

このとき、目標フォーカスよりピントが合っている画像はないが、デモザイク B 画像の方が目標フォーカスに近い。そのため、制御部 6 1 の制御により、切替部 6 2 はデモザイク B 画像をぼけ復元部 6 3 に出力する。ぼけ復元部 6 3 は、例えばデモザイク B 画像における位置 ( Y , X ' ) の周辺に対して、P S F ( Point Spread Function ) 逆変換、超解像変換あるいは高域強調処理を行って、ぼけを復元する。

【 0 0 9 9 】

10

20

30

40

50

以上のようにして得られた、ぼけ復元部 6 3 または L P F 部 6 4 により処理されたデモザイク A 画像における位置 ( Y , X ) の画素値またはデモザイク B 画像における位置 ( Y , X ' ) の画素値を、出力部 6 5 は出力画像における位置 ( Y , X ) の画素値とする ( S 3 5 ) 。

【 0 1 0 0 】

以上の処理を全位置について行う ( S 3 6 ) ことで、フォーカス位置が変換された出力画像が得られる。

【 0 1 0 1 】

本実施形態でも、フォーカス位置が互いに異なる 3 以上の撮像装置を用いてもよい。この場合も、各撮像装置の錯乱円サイズと目標フォーカスとの関係に応じて 1 つの画像を選択し、ロウパスフィルタよるぼかす処理またはぼけ復元処理を行って、出力画像を形成すればよい。

10

【 0 1 0 2 】

このように、第 3 の実施形態では、フォーカス位置が互いに異なる複数の撮像装置で取得された画像を用いて、フォーカスを変換した画像を生成できる。これにより、固定フォーカスの撮像装置 1 a , 1 b を用いるにも拘らず、オートフォーカス機能を実現できる。

【 0 1 0 3 】

なお、上述した第 1 ~ 第 3 の実施形態は、いずれも固定フォーカスの撮像装置を用いる例を示した。これに対し、複数の撮像装置のそれぞれがオートフォーカス ( A F : Auto Focus ) 機能を有してもよい。

20

【 0 1 0 4 】

図 2 1 は、オートフォーカス機能を有する撮像装置を用いる場合の、フォーカス位置調整の様子を示す図である。この場合、1 つの撮像装置は被写体に合わせてフォーカス位置を自動調整する。他の撮像装置は、上記撮像装置のフォーカス位置と連動し、当該フォーカス位置の近傍であり、かつ、アーティファクトを生じない位置にフォーカス位置を調整する。アーティファクトを抑えるためには、例えば他の撮像装置との錯乱円サイズが 2 画素以上となるようにすればよい。オートフォーカス機能を有する撮像装置を用いることで、フォーカス変換部 2 4 を設けなくてもオートフォーカス機能を実現でき、ステレオマッチング処理により推定した奥行き ( ずれ量 ) を用いて高速にオートフォーカスを行うことができるほか、立体映像撮影などにも適用できる。

30

【 0 1 0 5 】

図 2 2 は、撮像装置の配置例を示す図である。上述した実施形態では、同図 ( a ) に示すように、水平方向に複数の撮像装置を配置する例を示した、他にも種々の配置が考えられる。例えば、2 つの撮像装置を垂直方向 ( 同図 ( b ) ) に配置したり、3 つの撮像装置を L 字形状 ( 同図 ( c ) ) に配置してもよい。あるいは、垂直方向に 2 つおよび水平方向に 2 つ撮像装置を配置したり ( 同図 ( d ) ) 、3 つの撮像装置を水平方向に配置し、中央の撮像装置の上方に 1 つの撮像装置を配置してもよい ( 同図 ( e ) ) 。また、2 つの撮像装置を水平方向に配置し、これらの中央の上方に 1 つの撮像装置を配置してもよい。同図 ( a ) ~ ( f ) では、撮像装置同士は近接しており、例えば 8 m m の間隔を隔てて配置される。これに対し、同図 ( g ) に示すように、垂直方向に近接して配置される 2 つの撮像装置の組を、水平方向に少し離れて例えば 3 ~ 4 c m の間隔を隔てて配置してもよい。これによりステレオ撮影に適用することもできる。同様に、同図 ( h ) に示すように、水平方向に近接して配置される 2 つの撮像装置の組を、垂直方向に少し離れて例えば 3 ~ 4 c m の間隔を隔てて配置してもよい。

40

【 0 1 0 6 】

上述した実施形態で説明した情報処理システムの少なくとも一部は、ハードウェアで構成してもよいし、ソフトウェアで構成してもよい。ソフトウェアで構成する場合には、情報処理システムの少なくとも一部の機能を実現するプログラムをフレキシブルディスクや C D - R O M 等の記録媒体に収納し、コンピュータに読み込ませて実行させてもよい。記録媒体は、磁気ディスクや光ディスク等の着脱可能なものに限定されず、ハードディスク装

50

置やメモリなどの固定型の記録媒体でもよい。

【0107】

また、情報処理システムの少なくとも一部の機能を実現するプログラムを、インターネット等の通信回線（無線通信も含む）を介して頒布してもよい。さらに、同プログラムを暗号化したり、変調をかけたリ、圧縮した状態で、インターネット等の有線回線や無線回線を介して、あるいは記録媒体に収納して頒布してもよい。

【0108】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

10

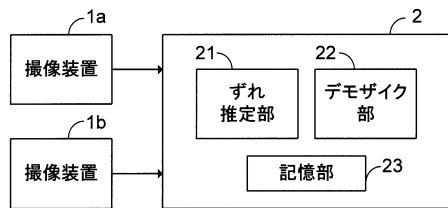
【符号の説明】

【0109】

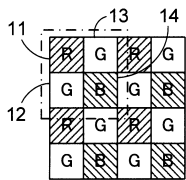
- 1 a , 1 b 撮像装置
- 2 画像処理装置
- 2 1 ずれ推定部
- 2 2 デモザイク部
- 2 3 記憶部
- 2 4 フォーカス変換部

20

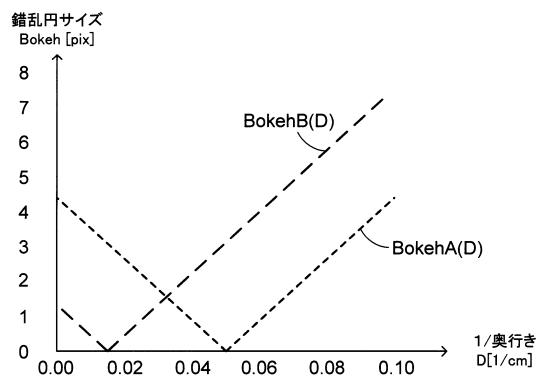
【図1】



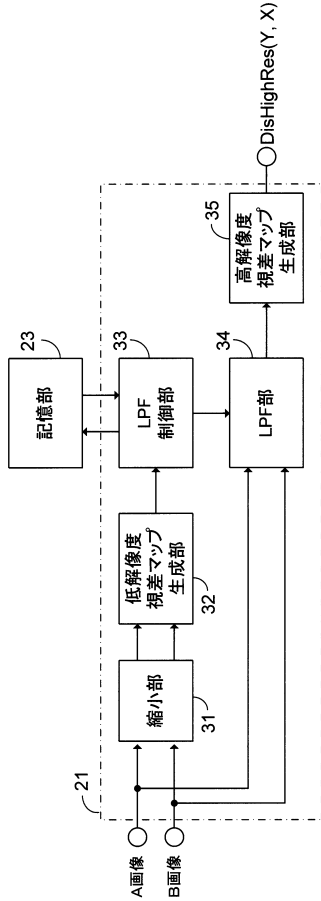
【図2】



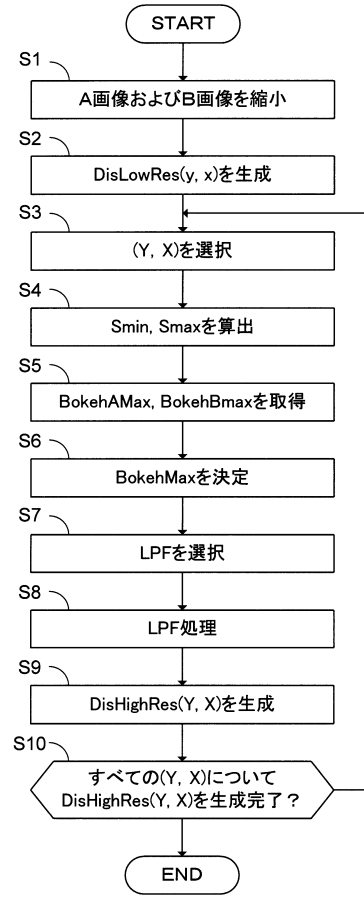
【図3】



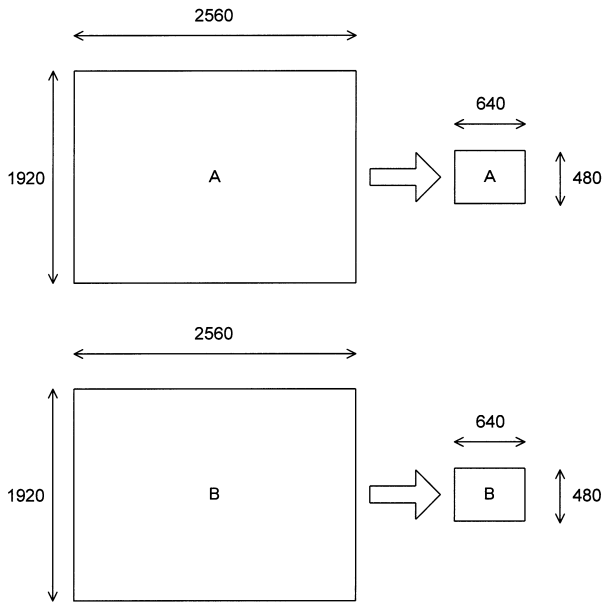
【図4】



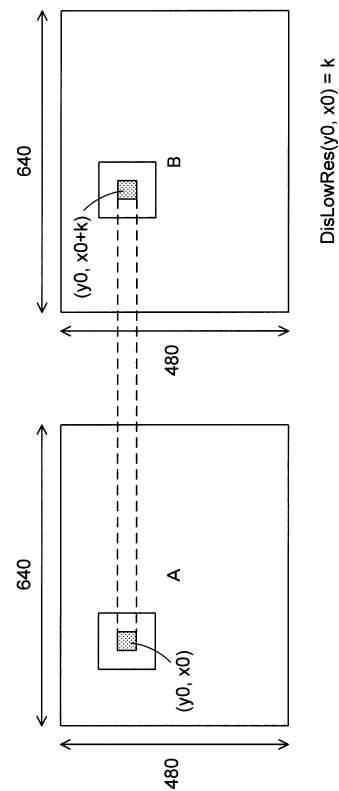
【図5】



【図6】

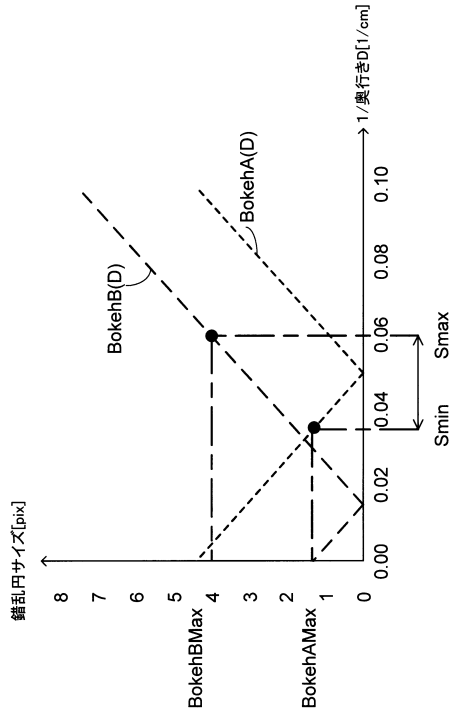


【図7】

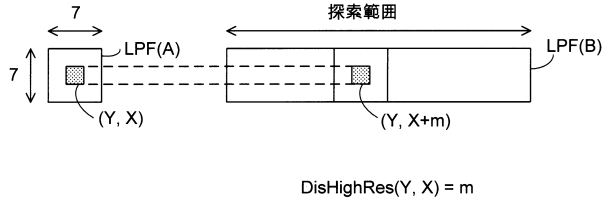




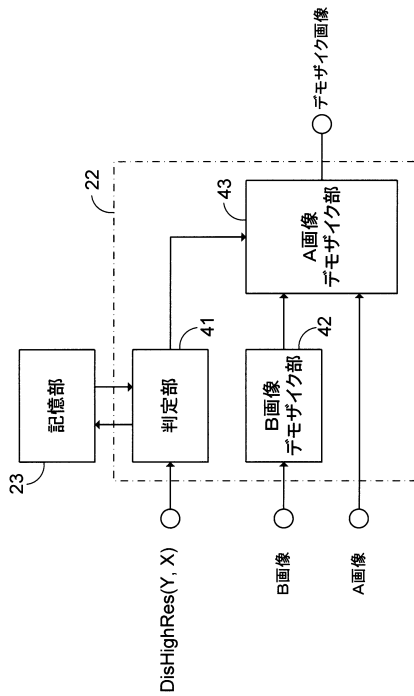
【図8】



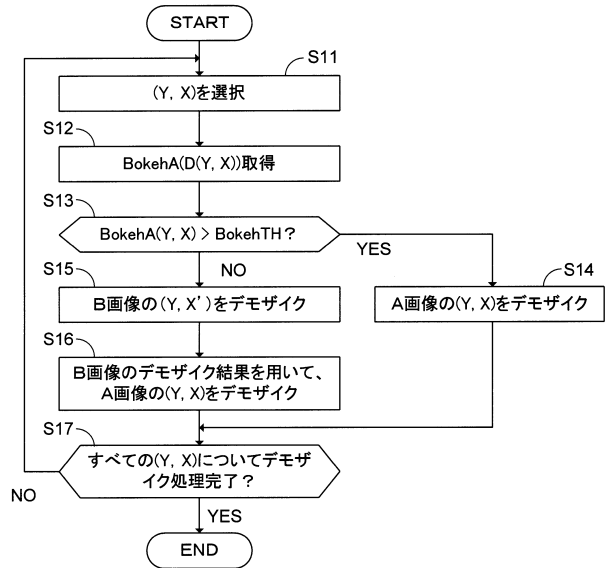
【図9】



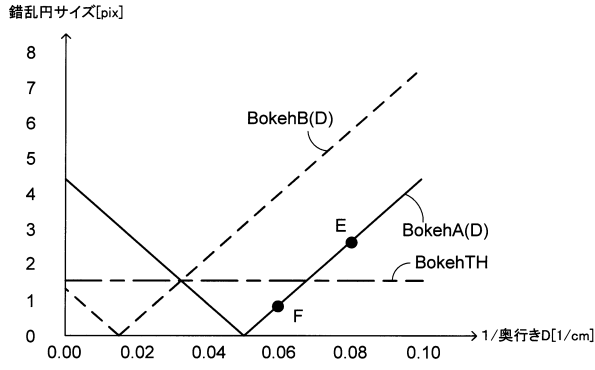
【図10】



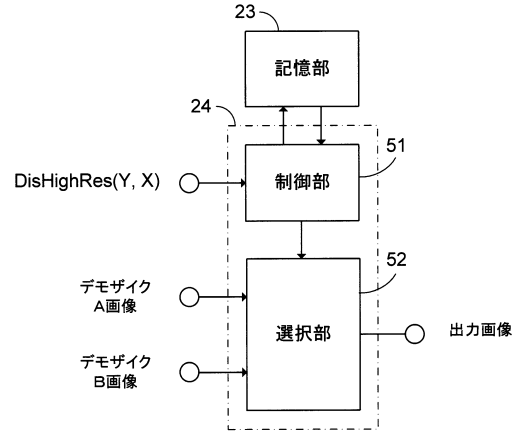
【図11】



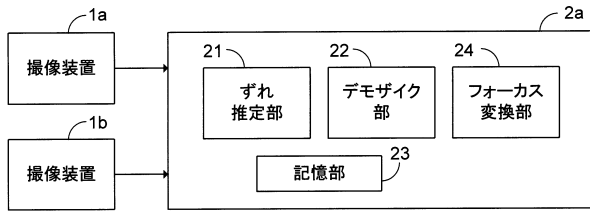
【図12】



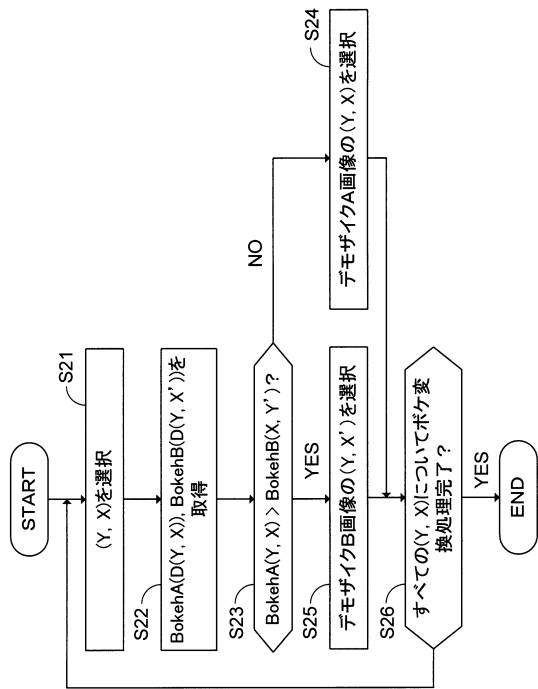
【図14】



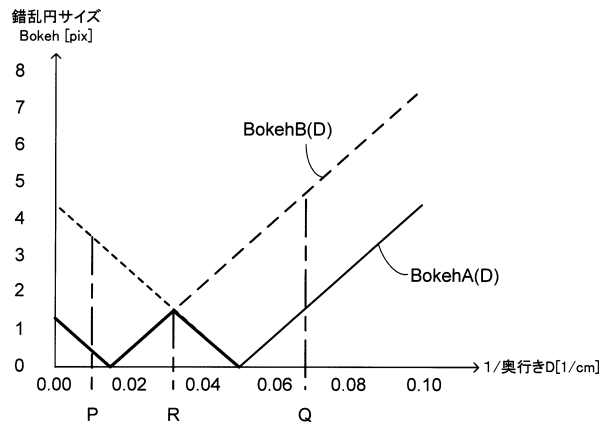
【図13】



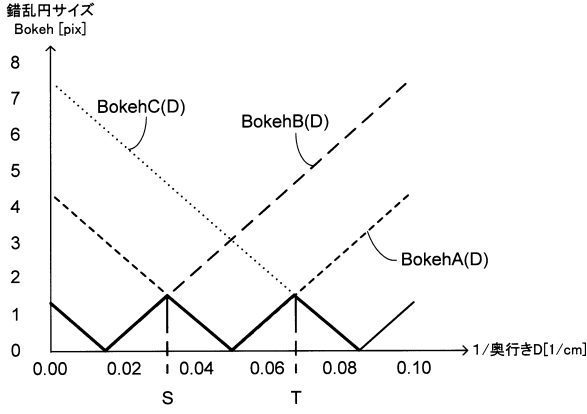
【図15】



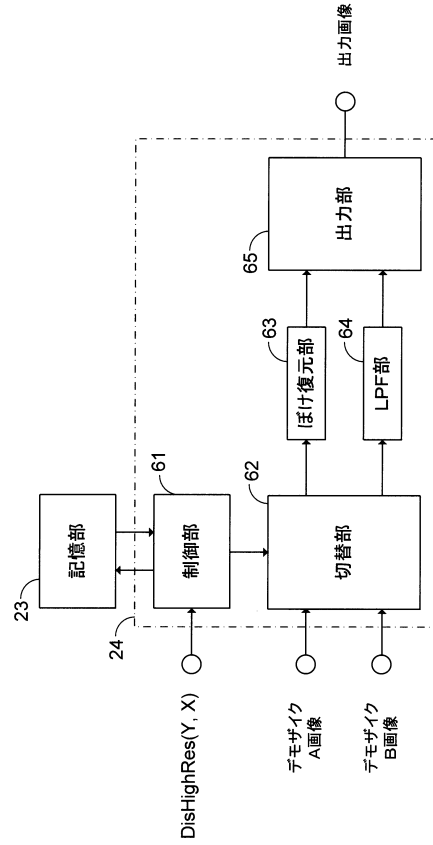
【図16】



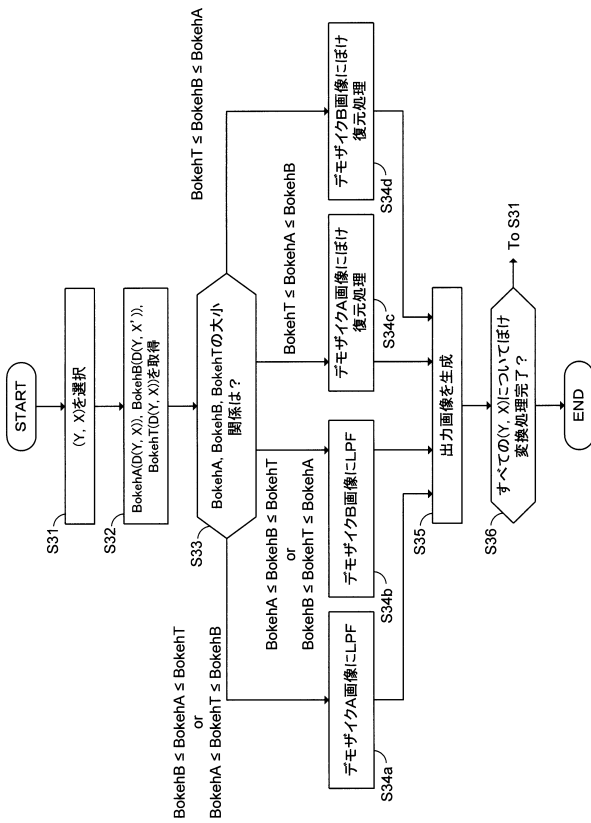
【図17】



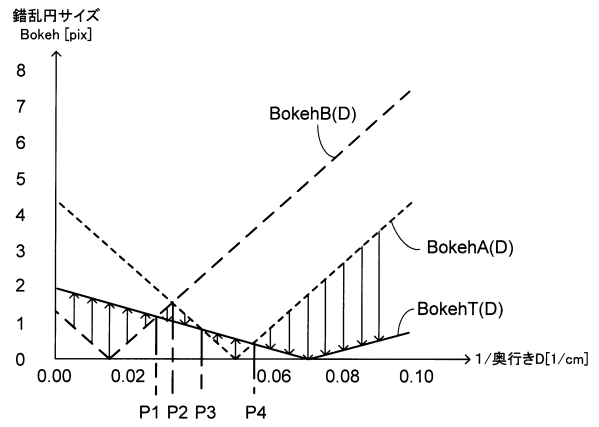
【図18】



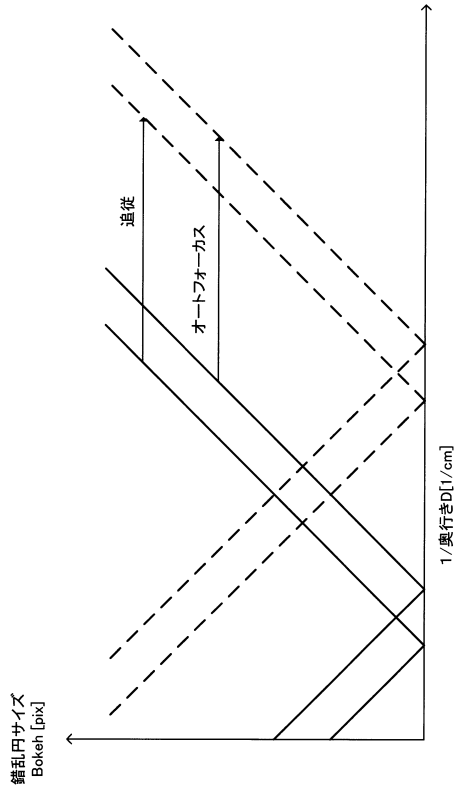
【図19】



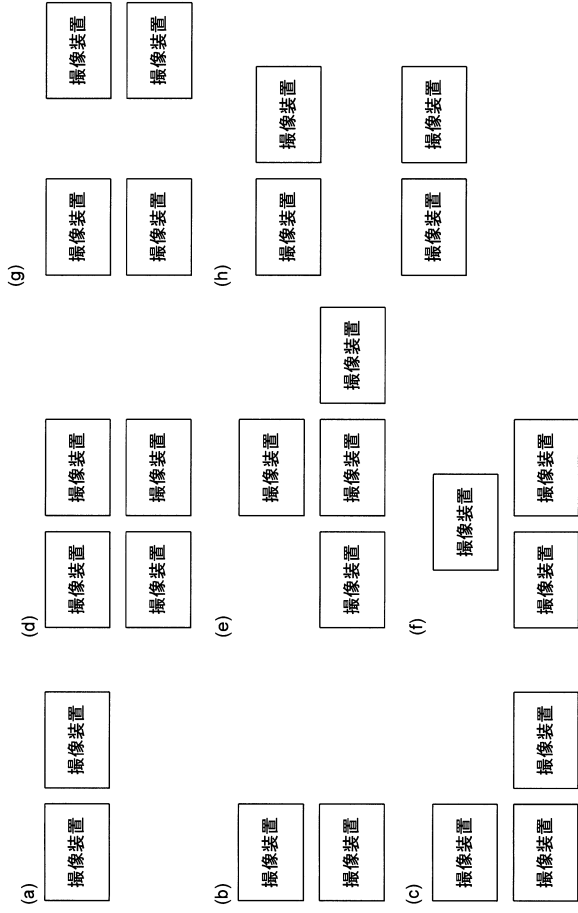
【図20】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 檜 田 和 浩  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 木 村 克 行  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 森 達 矢  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 榎 一

- (56)参考文献 特開2011-135359(JP,A)  
特開2012-039255(JP,A)  
米国特許出願公開第2012/0105691(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |           |
|------|-----------|
| H04N | 5/222~257 |
| H04N | 1/409     |