

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6486453号
(P6486453)

(45) 発行日 平成31年3月20日 (2019. 3. 20)

(24) 登録日 平成31年3月1日 (2019. 3. 1)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4N	5/232	(2006.01)	HO4N	5/232	290
GO6T	3/00	(2006.01)	GO6T	3/00	775
GO6T	5/00	(2006.01)	GO6T	5/00	705
			HO4N	5/232	190

請求項の数 16 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2017-255159 (P2017-255159)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成29年12月29日 (2017. 12. 29)		キヤノン株式会社
(62) 分割の表示	特願2013-258124 (P2013-258124) の分割		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
原出願日	平成25年12月13日 (2013. 12. 13)	(74) 代理人	110002860
(65) 公開番号	特開2018-61292 (P2018-61292A)		特許業務法人秀和特許事務所
(43) 公開日	平成30年4月12日 (2018. 4. 12)	(74) 代理人	100131392
審査請求日	平成29年12月29日 (2017. 12. 29)		弁理士 丹羽 武司
(31) 優先権主張番号	特願2013-16816 (P2013-16816)	(74) 代理人	100125357
(32) 優先日	平成25年1月31日 (2013. 1. 31)		弁理士 中村 剛
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100131532
			弁理士 坂井 浩一郎
		(74) 代理人	100155871
			弁理士 森廣 亮太
		(74) 代理人	100100549
			弁理士 川口 嘉之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法、プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮影画像上の各点に対応する、像面側でのピント位置からのずれ量である、デフォーカス量の分布を示す距離マップを取得する距離マップ取得手段と、

前記撮影画像上の基準領域の情報を取得する取得手段と、

前記基準領域および前記距離マップに基づいて、前記基準領域とのデフォーカス量の差に応じた大きさのぼけを付加するように前記撮影画像に画像処理を施す画像処理手段と、を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記画像処理手段は、前記基準領域とのデフォーカス量の差が第1の差である領域に、前記第1の差より小さい第2の差である領域よりも大きなぼけを付加するように、前記撮影画像に画像処理を施す

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】

前記画像処理手段は、前記距離マップにおける各点のデフォーカス量と、焦点距離およびF値と、に基づいて、各点に付加するぼけ量を決定することを特徴とする請求項1または2に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記基準領域に対応するデフォーカス量が0となるように、前記距離マップにおける各点のデフォーカス量をオフセットすることにより、前記距離マップを補正した補正距離マ

マップを生成する生成手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記基準領域は、前記撮影画像を撮像する撮像光学系へのオートフォーカスによって得られたピントのあった領域であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記距離マップ取得手段は、前記オートフォーカスの手法とは異なる手法で前記距離マップを生成することを特徴とする請求項 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記基準領域は、特定の被写体が検出された領域であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記距離マップ取得手段は、複数の撮影画像のぼけの違いに基づいて前記距離マップを生成することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記距離マップ取得手段は、複数の撮影画像の視差に基づいて前記距離マップを生成することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記ピント位置の情報は、パッシブ方式のオートフォーカスによって得られた情報であることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 11】

前記ピント位置の情報は、アクティブ方式のオートフォーカスによって得られた情報であることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 12】

撮影画像上の各点に対応する、像面側でのピント位置からのずれ量である、デフォーカス量の分布を示す距離マップを取得する取得ステップと、

前記撮影画像上の基準領域の情報を取得する取得ステップと、

前記基準領域および前記距離マップに基づいて、前記基準領域とのデフォーカス量の差に応じた大きさのぼけを付加するように前記撮影画像に画像処理を施す画像処理ステップと、を有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の画像処理方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 14】

撮影画像上の各点に対応する、像面側の距離情報からなる距離マップを取得する距離マップ取得手段と、

前記撮影画像上の基準領域の情報を取得する取得手段と、

前記距離マップにおける前記基準領域に対応する距離情報を基準として前記距離マップを補正する補正手段と、

前記補正手段で補正された距離マップに基づいて、前記基準領域との距離情報の差に応じた大きさのぼけを付加するように前記撮影画像に画像処理を施す画像処理手段と、を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 15】

前記画像処理手段は、前記基準領域との距離情報の差が第 1 の差である領域に、前記第 1 の差より小さい第 2 の差である領域よりも大きなぼけを付加するように、前記撮影画像に画像処理を施す

ことを特徴とする請求項 14 に記載の画像処理装置。

【請求項 16】

撮影画像上の各点に対応する、像面側の距離情報からなる距離マップを取得する距離マ

10

20

30

40

50

ップ取得ステップと、

前記撮影画像上の基準領域の情報を取得する取得ステップと、

前記距離マップにおける前記基準領域に対応する距離情報を基準として前記距離マップを補正する補正ステップと、

前記補正ステップにて補正された距離マップに基づいて、前記基準領域との距離情報の差に応じた大きさのぼけを付加するように前記撮影画像に画像処理を施す画像処理ステップと、を有することを特徴とする画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、デジタル画像処理に関し、特に撮影画像に対し画像処理を行う画像処理技術に関する。

【背景技術】

【0002】

カメラの撮影テクニックの一つに、被写体以外の部分（背景等）を意図的にぼけさせることで、注目する被写体を際立たせるという撮影手法が知られている。しかし、コンパクトカメラのように光学系の性能があまり高くない場合には、被写界深度を浅くすることができず、十分なぼけをつくることができない。そこで最近では、デジタル画像処理によって後からぼけを付加することで、背景等がぼけた画像を生成する技術が提案されている。例えば特許文献1の撮像装置では、合焦対象である被写体の画像上の位置を基準点と定め、画像上で基準点から離れるほどぼけが大きくなるように、ぼけ加工を施している。また特許文献2には、3次元計測カメラで撮影した3次元画像データと、ユーザが指定した仮想的なカメラパラメータ及びピント位置とから、適当なぼけ効果を付けた画像を生成する画像処理装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-091570号公報

【特許文献2】特開2000-207549号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1の方法は、奥行き距離ではなく、画像上の位置に応じてぼけの大きさを決めている。そのため、奥行き距離が合焦物体と同じであっても（つまり、ピント位置に存在する物体であるにも拘わらず）ぼけが付加されるなど、不自然なぼけ画像が生成される可能性がある。一方、特許文献2の方法は、高品質なぼけ画像が得られるかもしれないが、3次元計測カメラという特殊な装置が必要であり、一般的な小型カメラ等への適用が困難である。しかも、カメラパラメータやピント位置などの条件をユーザが指定しなければならず、操作が難しいという問題もある。

【0005】

そこで本発明者らは、画像を撮影する際に、その画像中の各点の奥行き距離を記録したデータ（距離マップ又はデプスマップと呼ぶ）を作成し、この距離マップをぼけ付加処理に利用することを検討している。オートフォーカスの情報から撮影画像のピント位置（合焦距離）がわかれば、距離マップ中の各点の距離情報との差分を計算することで、画像中の各点でのピント位置からのずれ量（デフォーカス量）を算出できる。このデフォーカス量に基づいてぼけの大きさを制御すれば、ピント位置にある合焦物体のシャープさを維持しつつ、ピント位置からずれるほどぼけが大きくなる画像を生成することができる。

【0006】

しかしながら、本発明者らが検討を進める中で、上記の方法には次のような課題があることを見出した。距離マップは、例えば、DFD（Depth from Defocus）法やステレオ法

10

20

30

40

50

などの手法により作成できるが、いずれの方法の場合でも、ノイズや空間周波数の影響により距離推定結果に誤差が生じる。図11を参照して詳しく説明する。球80、三角錐81、円柱82をカメラから3m、4m、10mの位置に配置し、球80にピントを合わせて撮影及び距離マップの作成を行ったとする。符号83が撮影画像、符号84が距離マップの例である。距離マップ84には、4×6の24個のエリアについて測距結果が記録されているが、実際の物体距離に比べて多少の誤差が生じている。この距離マップ84と、オートフォーカスの情報から得たピント位置(3m)とから、各エリアのデフォーカス量を計算すると符号85のようになる。距離マップの誤差に起因して、合焦物体である球80のエリア(ドットの部分)の方が、背景である三角錐81のエリア(ハッチングの部分)よりも、デフォーカス量が大きくなってしまっている。このようなデフォーカス量に
10

よってぼけを付加すると、撮影者がピントを合わせた被写体である球80がぼけてしまい、撮影者の意図と異なるぼけ画像86が生成されることとなる。

また、ぼけ付加処理だけでなく、例えば、被写体の切り出し処理に関しても同様な課題が生じる。つまり、距離マップ84と、オートフォーカスの情報から得たピント位置とから、合焦物体である球80のエリア(ドットの部分)を切り出すはずが、デフォーカス量の小さい三角錐81のエリア(ハッチングの部分)を切り出してしまう。このため、撮影者の意図した被写体を切り出すことができなくなる。

【0007】

本発明は上記実情に鑑みなされたものであって、その目的とするところは、撮影者の意図を反映した高品質な画像処理を行うための技術を提供することにある。
20

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、撮影画像上の各点に対応する、像面側でのピント位置からのずれ量である、デフォーカス量の分布を示す距離マップを取得する距離マップ取得手段と、前記撮影画像上の基準領域の情報を取得する取得手段と、前記基準領域および前記距離マップに基づいて、前記基準領域とのデフォーカス量の差に応じた大きさのぼけを付加するように前記撮影画像に画像処理を施す画像処理手段と、を有することを特徴とする画像処理装置を提供する。

【0009】

本発明は、撮影画像上の各点に対応する、像面側でのピント位置からのずれ量である、
30

デフォーカス量の分布を示す距離マップを取得する取得ステップと、前記撮影画像上の基準領域の情報を取得する取得ステップと、前記基準領域および前記距離マップに基づいて、前記基準領域とのデフォーカス量の差に応じた大きさのぼけを付加するように前記撮影画像に画像処理を施す画像処理ステップと、を有することを特徴とする画像処理方法を提供する。

【0010】

本発明は、撮影画像上の各点に対応する、像面側の距離情報からなる距離マップを取得する距離マップ取得手段と、前記撮影画像上の基準領域の情報を取得する取得手段と、前記距離マップにおける前記基準領域に対応する距離情報を基準として前記距離マップを補正する補正手段と、前記補正手段で補正された距離マップに基づいて、前記基準領域との
40

距離情報の差に応じた大きさのぼけを付加するように前記撮影画像に画像処理を施す画像処理手段と、を有することを特徴とする画像処理装置を提供する。

本発明は、撮影画像上の各点に対応する、像面側の距離情報からなる距離マップを取得する距離マップ取得ステップと、前記撮影画像上の基準領域の情報を取得する取得ステップと、前記距離マップにおける前記基準領域に対応する距離情報を基準として前記距離マップを補正する補正ステップと、前記補正ステップにて補正された距離マップに基づいて、前記基準領域との距離情報の差に応じた大きさのぼけを付加するように前記撮影画像に画像処理を施す画像処理ステップと、を有することを特徴とする画像処理方法を提供する。

【0011】

10

20

30

40

50

本発明に係るプログラムは、本発明に係る画像処理方法の各ステップを画像処理装置に実行させるプログラムである。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、撮影者の意図を反映した高品質な画像処理を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】第1実施形態に係る撮像装置の構成を示す図。

【図2】第1実施形態のぼけ画像撮影処理の流れを示すフローチャート。

【図3】撮影画像と距離マップからぼけ画像を生成する方法を説明する図。

10

【図4】ぼけ量の決定方法を説明する図。

【図5】第2実施形態に係る撮像装置の構成を示す図。

【図6】第2実施形態の追尾処理部の処理を示すフローチャート。

【図7】第4実施形態におけるデフォーカス量の調整を説明する図。

【図8】第5実施形態に係る撮像装置の構成を示す図。

【図9】奥行き距離のヒストグラム。

【図10】第5実施形態の切り出し画像生成処理の流れを示すフローチャート。

【図11】距離マップの誤差による課題を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0014】

20

本発明は、距離マップを利用することで、撮影画像に対し奥行き距離に応じたぼけの付加や、被写体の切り出しなどを行うための技術に関する。かかる技術は、例えば、デジタルカメラやデジタルビデオカメラ等の撮像装置に搭載される画像処理装置（画像処理エンジン）の一機能として実装され、被写界深度が深い撮影画像に対しぼけ効果を付加する処理や被写体の切り出し処理などの画像処理に利用される。

【0015】

なお本明細書において、「合焦領域」という用語は、ピント（焦点）が合っている被写体の像が存在する画像上の領域のことを意味し、「合焦位置」とは、画像上における合焦領域の位置（XY位置）をいう。また、「合焦距離」とは、撮像光学系の光軸方向（Z方向）における、ピント（焦点）が合っている被写体とカメラとの距離のことをいい、「ピント位置」も同義である。「焦点距離」は、撮像光学系の主点から焦点までの距離をいい、一般にfで表記されるパラメータである。

30

【0016】

<第1実施形態>

（撮像装置の構成）

図1は、本発明の第1実施形態に係る撮像装置の構成を模式的に示している。撮像装置1は、撮像光学系10、撮像素子11、制御部12、画像処理装置13、記憶部14、入力部15、表示部16を有している。

【0017】

撮像光学系10は、複数のレンズから構成され、入射する光を撮像素子11の像面上に結像させる光学系である。撮像光学系10としては可変焦点の光学系が用いられており、制御部12のオートフォーカス機能により自動焦点合わせが可能である。オートフォーカスの方式はパッシブ方式でもアクティブ方式でもよい。撮像素子11は、CCDやCMOSなどのイメージセンサを有する撮像素子である。カラーフィルタを有する撮像素子でもよいし、モノクロの撮像素子でもよいし、三板式の撮像素子でもよい。

40

【0018】

画像処理装置13は、信号処理部130、メモリ131、距離マップ生成部132、データ取得部133、合焦位置取得部134、基準距離決定部135、ぼけ画像生成部136などを有している。信号処理部130は、撮像素子11から出力されるアナログ信号のAD変換やノイズ除去、デモザイキング、輝度信号変換、収差補正、ホワイトバランス調

50

整、色補正などの各種信号処理を行う機能である。信号処理部 130 から出力されるデジタル画像データはメモリ 131 に蓄積され、表示部 16 への表示、記憶部 14 への記録（保存）、距離計測（距離マップ生成）などに供される。距離マップ生成部 132 は、撮影条件を変えて撮影したぼけの異なる画像を用いて、画像中の各点の奥行き距離を計算し、距離マップを生成する機能である。距離マップ生成部 132 で生成された距離マップは記憶部 14 などに格納される。データ取得部 133 は、ぼけ付加処理の対象となる撮影画像のデータを記憶部 14 から読み込む機能（画像取得機能）と対応する距離マップのデータを記憶部 14 から読み込む機能（距離マップ取得機能）を有する。合焦位置取得部 134 は、撮影画像上の合焦位置を取得する機能である。基準距離決定部 135 は、ぼけ付加処理の基準となる奥行き距離（基準距離）を決定する機能である。ぼけ画像生成部 136 は、距離マップに基づいて撮影画像に対しぼけを付加する機能である。画像処理装置 13 の詳細については後述する。

10

【0019】

記憶部 14 は、撮影画像のデータ、距離マップのデータ、撮像装置 1 で利用されるパラメータデータなどが格納される不揮発性の記憶媒体である。記憶部 14 としては、高速に読み書きでき、且つ、大容量の記憶媒体であればどのようなものを利用してよい。例えばフラッシュメモリや DRAM などが好ましい。入力部 15 は、ユーザが操作し、撮像装置 1 に対して情報入力や設定変更を行うためのインターフェイスである。例えばダイヤル、ボタン、スイッチ、タッチパネルなどを利用することができる。表示部 16 は、液晶ディスプレイや有機 EL ディスプレイなどで構成される表示手段である。表示部 16 は、撮影時の構図確認、撮影・記録した画像の閲覧、各種設定画面やメッセージ情報の表示などに利用される。制御部 12 は、撮像装置 1 の各部を制御する機能である。制御部 12 の機能としては、例えば、オートフォーカス（AF）による自動焦点合わせ、フォーカス位置の変更、F 値（絞り）の変更、画像の取り込み、シャッタやフラッシュ（いずれも不図示）の制御、記憶部 14 や入力部 15 や表示部 16 の制御などがある。

20

【0020】

（処理フロー）

次に、図 2 を用いて撮像装置 1 の動作について説明する。図 2 は、撮像装置 1 によるぼけ画像撮影処理の流れを示すフローチャートである。

【0021】

ユーザ（撮影者）が、入力部 15 を操作してぼけ画像撮影モードに設定すると、撮像素子 11 から画像の取り込みが開始され、信号処理部 130 及びメモリ 131 を介して取り込まれた画像が表示部 16 に順次表示される（ステップ S20）。ユーザが表示部 16 で構図を確認しながら、オートフォーカスにより所望の被写体にピントを合わせ（ステップ S21）、シャッタボタンを押すと、撮影画像が取り込まれる（ステップ S22）。取り込まれたデータは記憶部 14 に格納される。

30

【0022】

このとき制御部 12 は、オートフォーカスの際にピント合わせに使われた測距点（測距フレーム）の情報を合焦位置として記録する（ステップ S23）。合焦位置は例えば画像座標系の座標値（XY）で与えられる。合焦位置は 1 点の座標値で定義してもよいし、フレームの左上と右下の 2 点の座標値で定義してもよい。或いは、測距点の番号と座標の対応関係が予め決まっていれば、座標値ではなく測距点の番号を合焦位置として記録してもよい。

40

【0023】

続いて、制御部 12 は、距離マップの生成に用いる測距用画像の取り込みを行う（ステップ S24）。本実施形態では DFD 法を利用するため、距離計算にはぼけの異なる 2 枚の画像が必要となる。それゆえ、制御部 12 は、ステップ S22 の撮影時からフォーカス位置を若干移動させて、測距用画像の撮影を行う。なおこのときの撮影条件（フォーカス位置の移動量、F 値など）は予め設定されているものとする。

【0024】

50

次に、距離マップ生成部 132 が、DFD 法により撮影画像と測距用画像のぼけの違いから画像上の各点の奥行き距離を推定し、距離マップを生成する（ステップ S25）。奥行き距離の推定は、画素ごとに行うこともできるし、離散的もしくはエリア単位で行うこともできる。距離マップの解像度は、要求精度、処理速度、データ容量などのバランスを考慮して適宜設計すればよい。以下では説明の簡単のため、 4×6 の 24 個のエリアをもつ距離マップを例示する。生成された距離マップは記憶部 14 に格納される。なお距離マップの生成には、DFD 法の他、視差のある 2 画像を用いて三角測量の原理で距離を推定するステレオ法や、超音波や赤外線などで直接物体までの距離を測定する TOF 法なども利用できる。いずれの方法も公知であるため、ここでは詳しい説明を割愛する。

【0025】

図 3 は、ステップ S22 で撮影された画像 33 とステップ S25 で生成された距離マップ 34 の一例を示している。図 11 と同じく、球 30、三角錐 31、円柱 32 を撮像装置 1 から 3 m、4 m、10 m の位置に配置し、球 30 にピントを合わせて撮影を行ったものとする。距離マップ 34 には、 4×6 の 24 個のエリアについて奥行き距離が記録されているが、実際の物体距離に比べて多少の誤差があることがわかる。被写体の空間周波数、照明条件、各種ノイズ、光学系の収差などのさまざまな影響により、距離推定の誤差が生じるためである。なお図 3 の距離マップでは、各点（各エリア）の物体距離の値をそのまま記録しているが、奥行き距離と対応関係があれば、どのような情報を記録してもよい。例えば、像面側の距離（デフォーカス量）でもよいし、物体側の距離でもよいし、DFD 法での距離計算で得られる指標値（スコア）でも構わない。特に、像面側の情報を記憶すると、距離マップの誤差補正時に単純なオフセットでぼけ効果に合った補正をすることができるので、好ましい。なお、物体側の情報を記憶する場合には、光学系の情報（縦倍率等）による換算を予め行うことが更に必要となる。

【0026】

次に、距離マップ 34 を使って撮影画像 33 に対しぼけ効果を与える処理を行う。まずデータ取得部 133 が、記憶部 14 から撮影画像 33 のデータと距離マップ 34 のデータを取得する（ステップ S26）。続いて合焦位置取得部 134 が、制御部 12 からステップ S23 で記録された合焦位置のデータを取得する（ステップ S27）。そして、基準距離決定部 135 が、距離マップ 34 の中から合焦位置に対応する奥行き距離を取得し、これを基準距離に設定する（ステップ S28）。図 3 の例では、合焦位置の座標（ x_1, y_1 ）は距離マップ 34 上の左から 2 番目かつ上から 3 番目のエリア内に属するため、当該エリアの奥行き距離の値「2.2 m」が基準距離として選ばれる。基準距離とは、後段のぼけ付加処理において、合焦距離（ピント位置）とみなす奥行き距離のことである。

【0027】

なお、基準距離の決定方法は、上記の例に限られない。例えば、図 3 では、1 点（1 エリア）のみの奥行き距離から基準距離を決定したが、複数の点の奥行き距離に基づいて基準距離を決定してもよい。複数の点の奥行き距離の平均、線形補間、最頻値、中間値などを計算し、それを基準距離に選ぶことで、ノイズの影響を低減できる効果が期待できる。この方法は、距離マップの解像度が高い場合に特に有利である。なお、図 3 のように、合焦位置が 1 点の座標で指定される場合には、その座標を中心とする所定範囲に含まれる複数点の奥行き距離を用いればよい。また、合焦位置がエリア指定される場合には、当該エリアに含まれる複数点の奥行き距離を用いればよい。

【0028】

次に、ぼけ画像生成部 136 が、距離マップに基づいて奥行き距離に応じたぼけを撮影画像に付加する（ステップ S29）。このとき、ぼけ画像生成部 136 は、ステップ S28 で求めた基準距離を合焦距離（ピント位置）とみなし、距離マップの値が基準距離と一致するエリアに対してはぼけを加えない。一方、距離マップの値が基準距離から外れたエリアに対しては、基準距離からのずれ量（デフォーカス量）に応じてぼけが大きくなるようにぼけ量を制御する。図 11 に示したデフォーカス量 85 と比較すると分かるように、基準距離を基準にしてデフォーカス量 35 を計算したことにより、合焦位置に対応する物

10

20

30

40

50

体（球30）の領域でのデフォーカス量が最も小さくなっている。また、物体間の相対距離に応じたデフォーカス量が得られていることが分かる。この結果、図3に示すように、基準距離にある物体である球30はコントラストが維持され、それよりも奥に存在する三角錐31、円柱32はそのデフォーカス量に応じたぼけが付加される。生成されたぼけ画像36は表示部16に表示されるとともに記憶部14に格納される。

【0029】

（ぼけ量の制御）

以下、ステップS29の処理におけるぼけ量の決定方法の一例を説明する。

図4は、基準距離（球体30）から外れた位置に存在する物体（三角錐31）の像面におけるぼけ量（ぼけサイズ r ）を示している。図4において、 d_o は三角錐31の物体距離、 d_s は三角錐31の像面距離、 d_{obp} は基準距離（物体側）、 d_{sbp} は基準距離（像面側）、 D は瞳サイズ、 d_i はデフォーカス量（像面側）を示す。また光学系の焦点距離を f 、 F 値を F_{no} とする。

10

【0030】

ぼけサイズ r は、図4の幾何学的な関係、及び、

【数1】

$$D = \frac{f}{F_{no}}$$

20

の関係から、以下のようなになる。

【数2】

$$r = \frac{1}{2F_{no}} \frac{d_o - f}{d_o} d_i \quad (1)$$

$$d_i = d_{sbp} - \frac{fd_o}{d_o - f} \quad (2)$$

$$d_{sbp} = \frac{fd_{obp}}{d_{obp} - f} \quad (3)$$

30

【0031】

図3の例のように距離マップに物体距離が記録されている場合は、(2)式及び(3)式より、基準距離（物体側） d_{obp} と三角錐31の物体距離 d_o とから、像面側のデフォーカス量 d_i を算出できる。そして、デフォーカス量 d_i と三角錐31の物体距離 d_o を(1)式に代入することで、三角錐31の像のぼけサイズ r を決定することができる。焦点距離 f 、 F 値 F_{no} は撮影時の条件を用いてもよいし、適宜設定してもよい。ぼけサイズ r が導出できれば、撮像素子の条件から、フィルタサイズを一意に決定することができる。この処理を画像中のすべての画素（又はエリア）に対して行うことで、デフォーカス量に応じたぼけを付加することができる。

40

【0032】

（本実施形態の利点）

以上述べた本実施形態の方法によれば、撮影時の合焦位置に対応する距離マップの値を基準距離に選んだので、ユーザがピントを合わせた物体の像がぼけ付加後も合焦した状態に維持され、ユーザの意図どおりのぼけ画像が得られる。また、基準距離に対する奥行き距離のずれ量に応じてぼけ量を制御したので、基準距離と同距離の物体はぼけない、基準距離から遠ざかるほどぼけが大きくなるなど、実際の光学系で撮影したような自然なぼけ効果を表現できる。また、ぼけ付加処理に必要なパラメータ（合焦位置）が自動で取得されるので、ユーザの操作負担が小さいという利点もある。また、これらの効果は、距離マ

50

ップの誤差の大小にかかわらず有効である。したがって、本実施形態の方法は、距離マップの誤差が比較的大きい場合、例えば、DFD法やステレオ法のように画像処理によって距離マップを生成する場合や、距離マップにおける奥行き距離が2値でなく多値の情報の場合など、に特に有利である。

【0033】

<第2実施形態>

次に、本発明の第2実施形態について説明する。第1実施形態ではオートフォーカスの測距点の座標を合焦位置として利用したが、この方法では、フォーカスロック撮影が行われた場合に問題が生じる。フォーカスロック撮影とは、オートフォーカスにおいて、ピント位置を固定したまま構図をずらし撮影を行うテクニックである。例えば画面中央にある被写体にオートフォーカスでピントを合わせた後、シャッターボタンを半押ししながらカメラを右に向けていくと、被写体の距離に合焦したまま被写体を画面左端に配置した構図で撮影できる。この場合、測距点の座標（画像の中央）と合焦領域の座標（画像の左端）が一致しないため、第1実施形態のように測距点の座標に基づき距離マップを参照すると、不適切な基準距離が設定される結果となる。

【0034】

図5は、第2実施形態の撮像装置1の構成を模式的に示す図である。第1実施形態との違いは、画像処理装置13が追尾処理部137を有している点である。図6のフローチャートを用いて、追尾処理部137の動作を説明する。

【0035】

ユーザ（撮影者）が、撮像装置1をぼけ画像撮影モードに設定し、オートフォーカスにより所望の被写体にピントを合わせると（ここまでは図2のステップS20～S21と同じ）、図6の追尾ルーチンが実行される。まず追尾処理部137は、ピントが固定されているか否かを判断し（ステップS60）、固定されていなければルーチンを抜けて、通常のオートフォーカス動作に戻す。シャッターボタンの半押しなどによりピントが固定されると（ステップS60のYES）、追尾処理部137は、ピントを合わせた被写体の特徴及び初期位置を記憶する（ステップS61）。例えば、ピント合わせに使われた測距点（測距フレーム）を含む局所領域から画像特徴が抽出され、測距点の座標値とともに記録される。

【0036】

その後、追尾処理部137は、この画像特徴に基づき追尾対象である被写体の追尾を行う。具体的には、追尾処理部137は、構図確認用（ライブビュー用）の画像が取り込まれるたびに、画像の中から画像特徴が一致又は類似する領域を探索することにより、追尾対象を検出する。追尾対象が見つかった場合には、その位置（座標値）を更新する。追尾処理部137は、ピントが解除されるまで追尾対象の追尾を継続する（ステップS63）。なお、ユーザがシャッターボタンを全押しすると、割り込みが発生し、追尾ルーチンから抜けて、図2のステップS22へ進む。ステップS22で撮影画像が取り込まれた後、ステップS23では、追尾処理部137によって記録された追尾対象の位置（撮影時の位置）が合焦位置に設定される。それ以降の処理は第1実施形態と同じである。

【0037】

以上述べた第2実施形態の構成によっても、第1実施形態と同様の効果を得ることができる。加えて、第2実施形態では、ピント合わせに使われた物体を自動で追尾し、その物体の撮影時の位置を合焦位置として記録するようにしたので、フォーカスロック撮影が行われた場合でも、ユーザの意図どおりのぼけ画像を生成することができる。

【0038】

<第3実施形態>

次に、本発明の第3実施形態について説明する。第1及び第2実施形態では撮影時のオートフォーカスの情報から合焦位置を取得した。これに対し、第3実施形態では撮影画像から所定の物体を検出し、その検出された位置を合焦位置とみなす。所定の物体とは、ユーザが被写体として選ぶ蓋然性が高い物体であれば何でもよい。例えば、人の顔、半身、

10

20

30

40

50

全身などが想定される。ポートレートや集合写真を撮る場合、人の顔や半身にピントを合わせることが殆どだからである。本実施形態はこの傾向を利用したものといえる。以下、人の顔を検出する例を説明する。

【0039】

第1実施形態との違いは、合焦位置取得部134の動作である。すなわち、合焦位置取得部134は、図2のステップS27の処理において、撮影画像を解析し、人の顔を検出する。画像からの顔検出方法は公知の技術を利用できるため詳しい説明は割愛する。そして、合焦位置取得部134は、顔が検出された画像上の位置を合焦位置に設定する。それ以降の処理は第1実施形態と同じである。なお、画像から複数の顔が検出された場合には、顔のサイズ（例えば一番大きい顔）や位置（例えば画像の中央にある顔）などに基づいて、合焦位置とみなす顔を選定すればよい。或いは、複数の顔を包含する領域を合焦位置に設定してもよい。

10

【0040】

以上述べた第3実施形態の構成によれば、被写体の蓋然性が高い物体（顔など）を自動で検出し、その物体以外の領域にのみぼけを付加するので、ユーザの意図にマッチしたぼけ画像を自動で生成することが可能となる。第3実施形態の構成は、撮影時のオートフォーカスの情報を利用できない場合に（例えば、PCの画像処理ソフトでぼけ画像を生成する場合など）、特に好ましく適用できる。

【0041】

<第4実施形態>

次に、本発明の第4実施形態について説明する。第1から第3実施形態では、合焦位置が1つである。これに対し、第4実施形態では複数の合焦位置を指定する例を説明する。例えば、第3実施形態の方法において、画像から複数の顔が検出された場合に、それぞれの顔の位置を別個の合焦位置に指定することを想定する。

20

【0042】

図7の上段に示すように、画像中の3つの顔の位置がそれぞれ合焦位置に指定された場合、それらの顔の奥行き距離が一致しているとは限らない。仮に、中間の顔の奥行き距離を基準距離に選んで第1実施形態と同じ処理を適用すると、手前側の顔と奥側の顔がぼけてしまい、ユーザの望む結果と相違する可能性がある。

【0043】

そこで本実施形態では、図7の下段のように、ぼけ画像生成部136が、複数の合焦位置に対応する奥行き距離がすべて同距離（基準距離）であるとみなしデフォーカス量の計算を行うことで、すべての合焦位置のぼけ量をゼロにする。単純な方法としては、図7の上段のように第1実施形態と同じ方法で距離マップの各点（各エリア）のデフォーカス量 d を計算した後、

30

$d < -b$ の場合： $d \quad d + b$

$-b \leq d \leq a$ の場合： $d \quad 0$

$d > a$ の場合： $d \quad d - a$

のようにデフォーカス量 d を調整し、調整後のデフォーカス量 d に基づいてぼけ付加処理を行うとよい。

40

【0044】

以上述べた本実施形態の構成によれば、複数の合焦位置が指定された場合に、それらの合焦位置に対応する奥行き距離に存在する物体がいずれもぼけていない画像を生成できる。言い換えると、複数の合焦位置のそれぞれに写る被写体の奥行き距離の分布（ばらつき）をちょうど包含するように被写界深度が制御されたぼけ画像を自動で生成することができる。

【0045】

<第5実施形態>

次に、本発明の第5実施形態について説明する。本実施形態では、撮影画像から被写体の切り出し処理を行う技術について説明する。被写体の切り出しとは、着目した被写体の

50

みを画像上から切り出し、その他の背景と区別する技術である。切り出した被写体の画像は、例えば、画像合成や高画質化処理等に応用される。

【0046】

図8は、本実施形態に係る撮像装置の構成を模式的に示している。本実施形態の画像処理装置13は、ぼけ画像生成部136の代わりに切り出し画像生成部138を有する点が、第1実施形態の画像処理装置13(図1参照)と異なる。切り出し画像生成部138は、基準距離決定部135で決定された基準距離を基準に特定の距離範囲に含まれるエリアを同一の被写体として、撮影画像から切り出す機能を有する。つまり、切り出し画像生成部138は、距離マップと基準距離とを用いて撮影画像に対して画像処理を行う画像処理部である。

10

【0047】

特定の距離範囲とは、例えば、基準距離を含んでいても、含まなくてもよい。基準距離を含まない場合には、特定の距離範囲は、例えば、「基準距離+5m乃至基準距離+6mの範囲」のように指定される。

【0048】

特定の距離範囲の指定は、ユーザが、基準距離を基準にした上限値、下限値を指定する方法や、基準範囲を含む距離範囲の値を指定する方法が挙げられる。ユーザが指定する場合には、入力部15を用いて上限値及び下限値などの数値、距離範囲の数値などを入力する。

【0049】

また、特定の距離範囲は、予め決定されていてもよいし、画像処理装置13内で、距離マップや他の情報から自動的に設定されてもよい。例えば、図9のように奥行き距離のヒストグラムを用いて、基準距離が含まれるように隣り合った極小値間を特定の距離範囲と設定する方法が挙げられる。

20

【0050】

次に、図10を用いて本実施形態の撮像装置1の動作について説明する。図10は、撮像装置1による被写体の切り出し画像生成処理の流れを示すフローチャートである。本実施形態の動作は、第1実施形態の動作とは、ステップS28までは同じであり、ぼけ画像の生成(ステップS29)の代わりに、切り出し画像の生成(ステップS30)を有する点が異なっている。

30

【0051】

ステップS30では、切り出し画像生成部138が、特定の距離範囲に含まれる被写体を、距離マップと基準距離とを用いて撮影画像から切り出す。このとき、ユーザが特定の距離範囲を指定する場合には、切り出し画像生成部138は、ユーザに対して、基準距離を基準にした上限値及び下限値、距離範囲を指定するように要求する。例えば、表示部16に「切り出す距離範囲を入力してください」というガイドメッセージをオーバーレイ表示すればよい。

【0052】

なお、撮影者が切り出したい被写体以外の被写体が特定の距離範囲に含まれる場合は、切り出し画像に含まれる場合があるが、その場合は、切り出し画像生成部138が、切り出す必要ない被写体を消すような処理を切り出し画像に適宜施してもよい。

40

【0053】

以上述べた本実施形態の構成によれば、撮影時の合焦位置に対応する距離マップの値を基準距離に選んだので、ユーザがピントを合わせた物体に対して切り出し処理が行われ、ユーザの意図どおりの被写体が切り出される。また基準距離に対する特定の距離範囲によって、同一の被写体を判断しているため、画像上の位置が離れていても適切にピントを合わせた距離にある被写体を切り出すことができる。

【0054】

上述した本発明の技術は、例えば、デジタルカメラやデジタルカムコーダなどの撮像装置、或いは撮像装置で得られた画像データに対し画像処理を施す画像処理装置やコンピュ

50

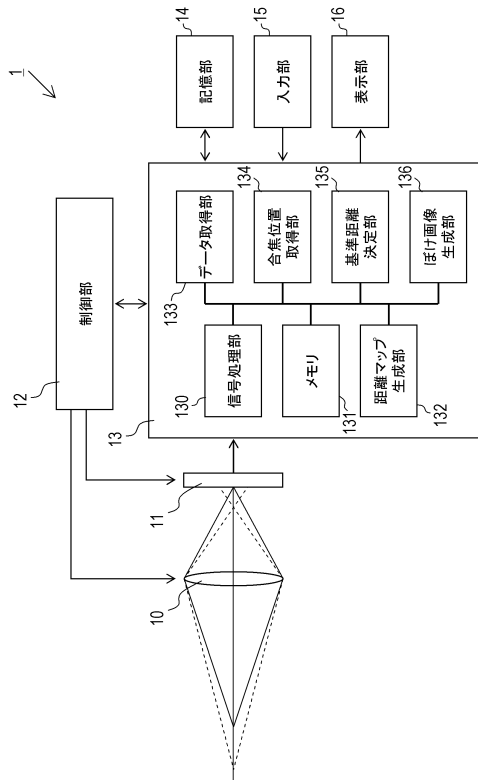
ータなどに好ましく適用できる。また、このような撮像装置或いは画像処理装置を内蔵する各種の電子機器（携帯電話、スマートフォン、スレート型端末、パーソナルコンピュータを含む）にも本発明の技術を適用可能である。なお、上記装置への具体的な実装は、ソフトウェア（プログラム）による実装とハードウェアによる実装のいずれも可能である。例えば、撮像装置や画像処理装置に内蔵されたコンピュータ（マイコン、FPGA等）のメモリにプログラムを格納し、当該プログラムをコンピュータに実行させることで、本発明の目的を達成するための各種処理を実現してもよい。また、本発明の全部又は一部の処理を論理回路により実現するASIC等の専用プロセッサを設けることも好ましい。

【符号の説明】

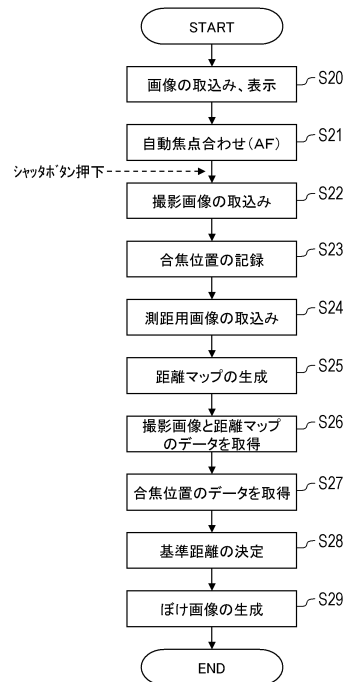
【0055】

1：撮像装置、13：画像処理装置、133：データ取得部、134：合焦位置取得部、135：基準距離決定部、136：ぼけ画像生成部、138：切り出し画像生成部

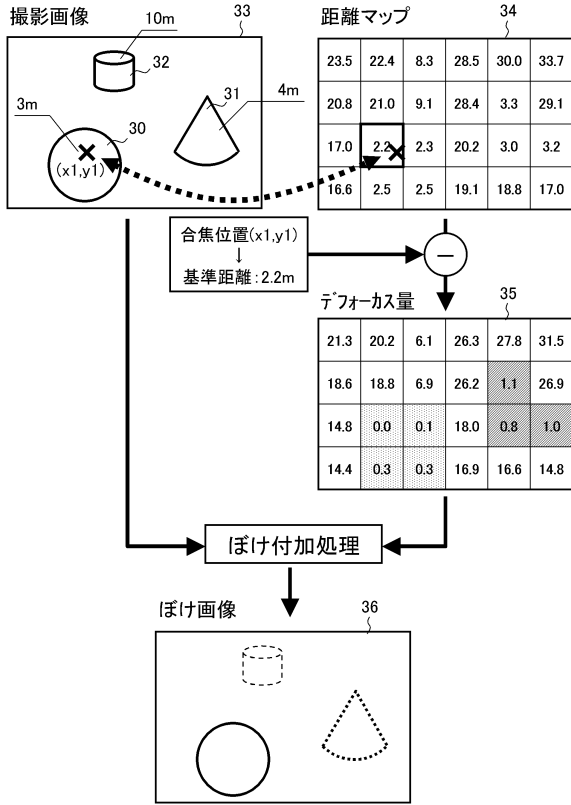
【図1】



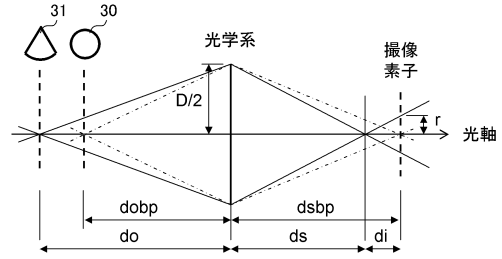
【図2】



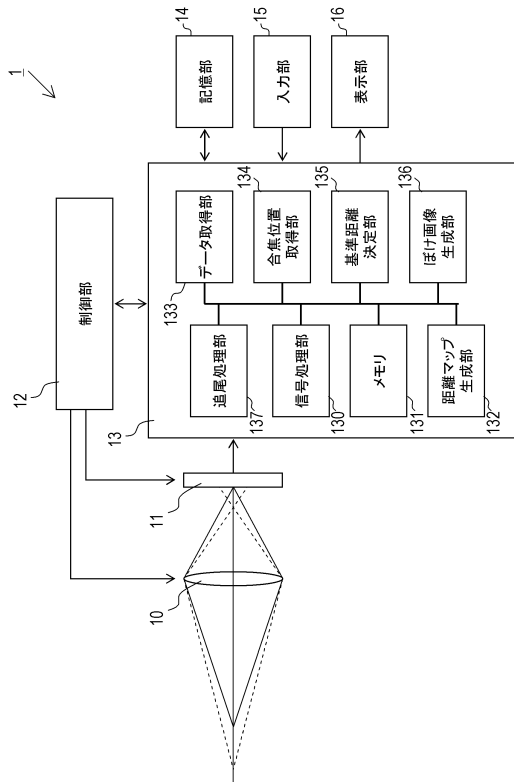
【図3】



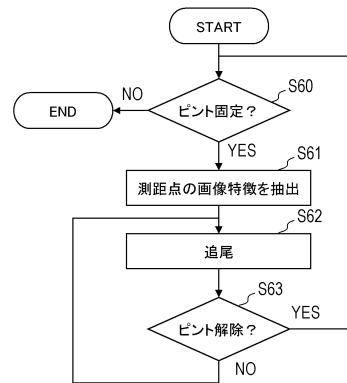
【図4】



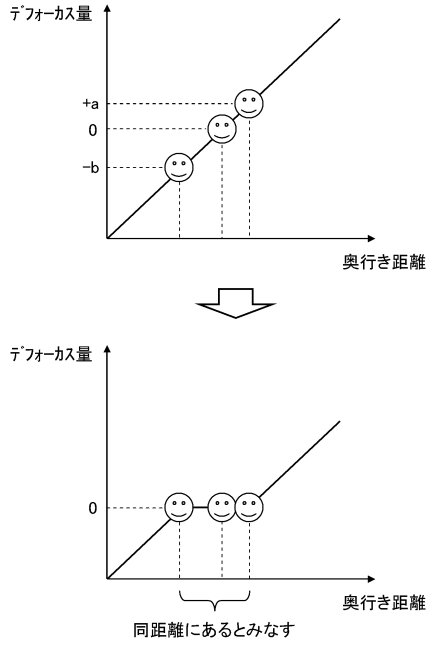
【図5】



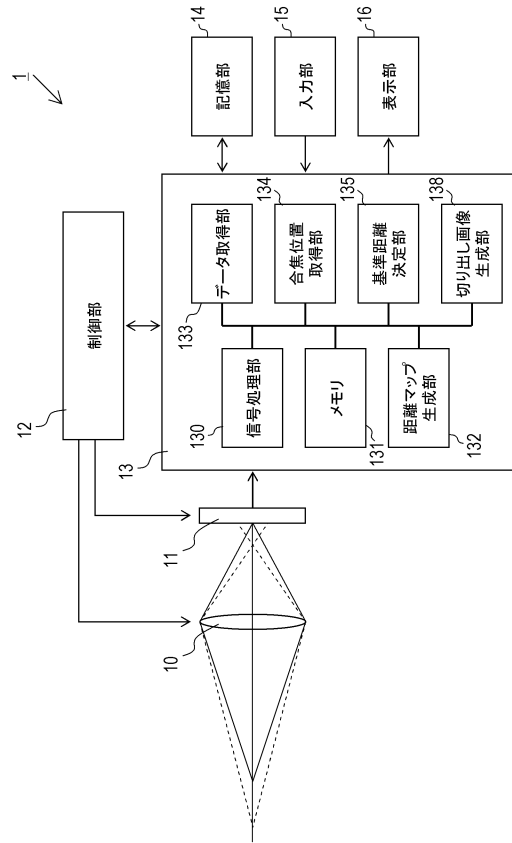
【図6】



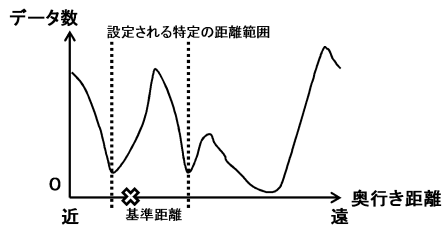
【図7】



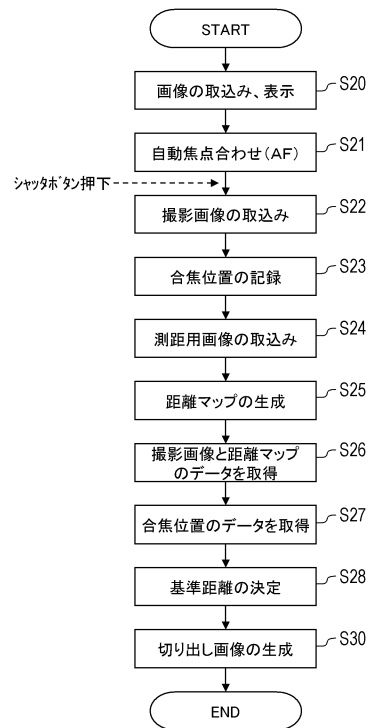
【図8】



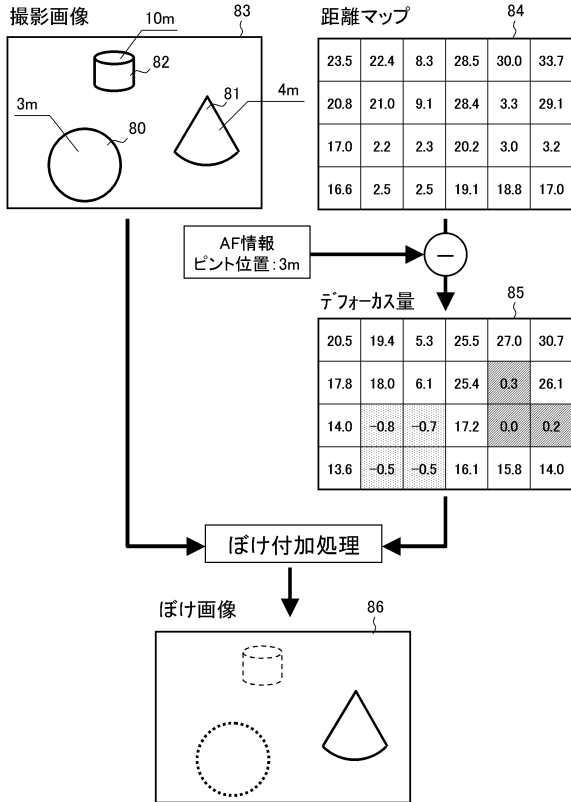
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 伸
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

審査官 佐藤 直樹

(56)参考文献 特開2013-005091(JP,A)
特開2012-181324(JP,A)
国際公開第2012/132486(WO,A1)
特開2011-010194(JP,A)
特開2010-206722(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N	5/232
G06T	3/00
G06T	5/00