

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6120535号  
(P6120535)

(45) 発行日 平成29年4月26日(2017.4.26)

(24) 登録日 平成29年4月7日(2017.4.7)

(51) Int. Cl.	F I		
<b>HO4N</b> 5/232 (2006.01)	HO4N	5/232	Z
<b>GO6T</b> 1/00 (2006.01)	GO6T	1/00	500A
<b>GO2B</b> 3/00 (2006.01)	GO2B	3/00	A
<b>GO3B</b> 15/00 (2006.01)	GO3B	15/00	B
<b>HO4N</b> 5/225 (2006.01)	HO4N	5/225	Z

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2012-255564 (P2012-255564)	(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
(22) 出願日	平成24年11月21日(2012.11.21)	(74) 代理人	110001243 特許業務法人 谷・阿部特許事務所
(65) 公開番号	特開2014-103601 (P2014-103601A)	(72) 発明者	西山 知宏 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
(43) 公開日	平成26年6月5日(2014.6.5)	審査官	榎 一
審査請求日	平成27年11月12日(2015.11.12)	(56) 参考文献	特開2009-159357 (JP, A) ) 特開2011-109310 (JP, A) )

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報処理装置、情報処理方法、及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光線の向きと強度とを示すライトフィールドデータを取得して画像を生成する情報処理装置であって、

画像中の領域を指定する領域指定手段と、

指定された領域におけるピント位置を指定するピント位置指定手段と、

指定された領域における被写界深度を指定する被写界深度指定手段と、

前記ライトフィールドデータと、前記ピント位置と、前記被写界深度とに基づいて、前記領域指定手段で指定された領域における被写界深度が、前記被写界深度指定手段で指定された被写界深度に変更された、当該領域に対応する部分画像を生成する部分画像生成手段と

を備え、

背景はボケたままで、被写体と撮像手段との間の距離である撮影距離が異なる複数の被写体のボケを無くすように前記画像を生成することを特徴とする情報処理装置。

【請求項2】

前記部分画像生成手段は、前記被写界深度に基づいて決められた積分範囲において、前記ライトフィールドデータを積分して前記部分画像を生成することを特徴とする請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項3】

前記被写界深度指定手段が指定する被写界深度値の入力可能な範囲を決定する入力可能

値算出手段を更に備えたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

前記入力可能値算出手段により決定された範囲外の被写界深度値が入力されたとき、エラーを通知することを特徴とする請求項 3 に記載の情報処理装置。

【請求項 5】

光線の向きと強度とを示すライトフィールドデータを取得して画像を生成する情報処理方法であって、

領域指定手段が、画像中の領域を指定するステップと、

ピント位置指定手段が、指定された領域におけるピント位置を指定するステップと、

被写界深度指定手段が、指定された領域における被写界深度を指定するステップと、

部分画像生成手段が、前記ライトフィールドデータと、前記ピント位置と、前記被写界深度とに基づいて、前記領域指定手段で指定された領域における被写界深度が、前記被写界深度指定手段で指定された被写界深度に変更された、当該領域に対応する部分画像を生成するステップと

を備え、

背景はボケたままで、被写体と撮像手段との間の距離である撮影距離が異なる複数の被写体のボケを無くすように前記画像を生成することを特徴とする情報処理方法。

【請求項 6】

コンピュータを請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の情報処理装置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】

【0001】

本発明は、情報処理装置、情報処理方法、及びプログラムに関する。具体的には、本発明は、ライトフィールドデータを用いた情報処理を伴う画像処理装置、画像処理方法、及び画像処理プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、光学系に新たな光学素子を追加することで、光線の向きと強度の情報（ライトフィールドデータ）を取得し、後で画像処理によってピント位置の調節（リフォーカス）又は被写界深度の調節を行う技術が知られている（例えば、特許文献 1 を参照）。

【0003】

特許文献 1 に記載される技術を用いれば、撮影後に撮影条件を変更できる。従って、撮影時の失敗を画像処理で補い、撮影後にユーザの好みのピント位置や被写界深度に調節することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 4752031 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 に記載される手法では、撮像装置からの距離が異なる 2 つの着目被写体がある場合、着目被写体以外をボカして、2 つの着目被写体のボケを同時に無くすことはできない。

【0006】

即ち、特許文献 1 に記載される手法では、画像全体の被写界深度を調節するため、ユーザが画像中のある領域を選択し、その領域のみの被写界深度（ボケ味）を変更することができないという課題がある。

【0007】

10

20

30

40

50

本発明は、上記の課題を鑑みてなされたものであり、ユーザが画像中のある領域を選択し、その領域のみの被写界深度（ボケ味）を変更することが可能な情報処理装置、情報処理方法、及びプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、光線の向きと強度とを示すライトフィールドデータを取得して画像を生成する情報処理装置であって、画像中の領域を指定する領域指定手段と、指定された領域におけるピント位置を指定するピント位置指定手段と、指定された領域における被写界深度を指定する被写界深度指定手段と、前記ライトフィールドデータと、前記ピント位置と、前記被写界深度とに基づいて、前記領域指定手段で指定された領域における被写界深度が、前記被写界深度指定手段で指定された被写界深度に変更された、当該領域に対応する部分画像を生成する部分画像生成手段とを備え、背景はボケたままで、被写体と撮像手段との間の距離である撮影距離が異なる複数の被写体のボケを無くすように前記画像を生成することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0009】

本発明により、画像中の領域ごとに被写界深度を調節することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施例1に係る情報処理装置の主要な構成要素を示すブロック図である

20

。【図2】本発明の実施例1に係る撮像部101の内部構成の一例を示す図である。

【図3】本発明の実施例1で用いるライトフィールドの考え方を説明するための図である。

【図4】本発明の実施例1に係る領域ごとに被写界深度を指定するためのユーザインタフェースの画面の一例を示す図である。

【図5】本発明の実施例1に係るライトフィールドから画像を生成する手法の概念図である。

【図6】本発明の実施例1に係る動作原理を示す図である。

【図7】本発明の実施例1に係る処理の流れを示すフローチャートである。

30

【図8】本発明の実施例1の効果を示す図である。

【図9】本発明の実施例2に係る情報処理装置の主要な構成要素を示すブロック図である。

【図10】本発明の実施例2に係る入力可能値算出部の動作原理を示す図である。

【図11】本発明の実施例2に係る領域ごとに被写界深度を指定するためのユーザインタフェースの画面の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

[実施例1]

(情報処理装置の主要な構成)

40

図1(a)は、本実施例に係る情報処理装置の主要な構成要素を示すブロック図である。

【0012】

撮像部101は、複数のレンズと、CMOSやCCD等の撮像素子とから構成され、被写体から発した光線の向きと強度（ライトフィールド）を取得する。なお、本実施例では、撮像部101として、メインレンズと、撮像素子との間にマイクロレンズアレイを配置したカメラ（Plenopticカメラ）を想定している。Plenopticカメラの構成は、後述する（図2を参照）。

【0013】

情報処理部100は、撮像部101からライトフィールドデータを受け取り、ユーザが領域ごとに指定した被写界深度を有する画像を生成する。情報処理部100は、取得部1

50

02と、距離推定部107と、画像生成部106とから構成される。

【0014】

取得部102は、撮像部101からライトフィールドデータを取得する。

【0015】

領域指定部103は、ユーザからの指示に基づいて被写界深度を変更する画像中の領域を指定する。

【0016】

被写界深度指定部104は、ユーザからの指示に基づいて領域指定部103で指定された領域における被写界深度を設定する。

【0017】

ピント位置指定部105は、ユーザからの指示に基づいてピントを合わせる位置を指定する。

【0018】

画像生成部106は、指定された領域、被写界深度、ピント位置を元に撮像部101が取得したライトフィールドデータから、指定された被写界深度、ピント位置の画像を生成する。

【0019】

距離推定部107は、取得部102が取得したライトフィールドデータを用いて、ピント位置指定部105が指定した被写体までの距離を推定する。

【0020】

表示部108は、生成された画像を表示する。表示部108の例として、液晶ディスプレイが挙げられる。

【0021】

図1(b)は、情報処理部100の内部構成をより詳細に記したブロック図である。

【0022】

中央処理装置(CPU)111は、以下に述べる各部を統括的に制御する。

【0023】

RAM112は、CPU111の主メモリ、ワークエリア等として機能する。

【0024】

ROM113は、CPU111で実行される制御プログラム等を格納する。

【0025】

バス114は各種データの転送経路である。例えば、図2に示すA/D変換部211によってデジタルデータに変換された撮像データは、バス114を介して所定の処理部に送られる。

【0026】

表示制御部115は、表示部110に表示される撮像画像や文字の表示制御を行う。

【0027】

デジタル信号処理部116は、バス114を介して受け取ったデジタルデータに対し、ホワイトバランス処理、ガンマ処理、ノイズ低減処理等の各種処理を行う。

【0028】

エンコーダ部117は、デジタルデータをJPEGやMPG等のファイルフォーマットに変換する処理を行う。

【0029】

外部メモリ制御部118は、PCやその他のメディア(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、又はUSBメモリ)に繋ぐためのインターフェースである。

【0030】

入力部119は、キーボードやマウス等の入力デバイス120を接続する、例えばUSBやIEEE1394等のシリアルバスインターフェースである。

【0031】

10

20

30

40

50

なお、図 1 (a)に示した例では、情報処理部 1 0 0 は、撮像部 1 0 1 の外部にあるが、情報処理部 1 0 0 は、撮像部 1 0 1 の内部にあってもよい。

【 0 0 3 2 】

図 2 (a)は、撮像部 1 0 1 の内部構成の一例を示す図である。

【 0 0 3 3 】

撮像部 1 0 1 は、撮像レンズ 2 0 1 ~ 2 0 3、開口絞り 2 0 4、シャッター 2 0 5、マイクロレンズアレイ 2 0 6、光学ローパスフィルタ 2 0 7、i R カットフィルタ 2 0 8、カラーフィルタ 2 0 9、撮像素子 2 1 0、及び A / D 変換部 2 1 1 から成る。開口絞り 2 0 4 は、以下、単に「絞り」と呼ぶことにする。

【 0 0 3 4 】

撮像レンズ 2 0 1 ~ 2 0 3 は夫々、ズームレンズ 2 0 1、フォーカスレンズ 2 0 2、ぶれ補正レンズ 2 0 3 である。絞り 2 0 4 を調整することにより、入射光量を調整することができる。撮像素子 2 1 0 は、光電変換を行う。なお、本明細書では、各レンズのサイズがマイクロメートル単位あるいはミリメートル単位であっても、各レンズのサイズにかかわらず「マイクロレンズ」と呼ぶことにする。

【 0 0 3 5 】

図 2 (b)は、図 2 (a)をより概念的に表した図である。

【 0 0 3 6 】

メインレンズ 2 1 2 は、ズームレンズ 2 0 1 と、フォーカスレンズ 2 0 2 と、ぶれ補正レンズ 2 0 3 とをまとめて 1 枚で表したものである。メインレンズ 2 1 2 から入射した光線 2 1 3 がマイクロレンズアレイ 2 0 6 を通過して撮像素子 2 1 0 に到達する。Plenoptic カメラではマイクロレンズアレイ 2 0 6 をメインレンズ 2 1 2 と、撮像素子 2 1 0 との間に挿入することで、光線 2 1 3 がメインレンズ 2 1 2 のどちらの方向から来たのかを弁別し、ライトフィールドを取得することができる。例えば、図 2 (b)に示す例では、メインレンズ 2 1 2 の上半分を通過した光と、下半分を通過した光を弁別可能である。

【 0 0 3 7 】

撮像部 1 0 1 の構成としては、図 2 に示したPlenopticカメラのみではなく、小型カメラを複数並べた多眼カメラでもよく、ライトフィールドを取得できるカメラであればよい。ただし、ライトフィールドは、十分な角度・空間分解能で取得できているものとする。

【 0 0 3 8 】

(ライトフィールドの考え方)

以下、画像生成部 1 0 6 の詳細を説明する前に、ライトフィールドの考え方について簡単に説明する。

【 0 0 3 9 】

図 3 (a)には、被写体の位置を示す点 3 0 5 と、被写体を通る光線 3 0 3、3 0 4 とが表されている。図 3 (b)は、図 3 (a)の光線 3 0 3、3 0 4 をライトフィールド座標にプロットしたグラフである。

【 0 0 4 0 】

平面 3 0 1 と、平面 3 0 2 とは、仮想的に設置された互いに平行な平面である。平面 3 0 1 をu平面、平面 3 0 2 をx平面と呼ぶことにする。本来、u平面 3 0 1、x平面 3 0 2 は 2 次元平面であるが、ここでは図示の都合上 1 次元で表現することにする。また、本実施例では、u平面 3 0 1 をメインレンズ 2 1 2 の主平面上に配置しているが、u平面 3 0 1 はx平面 3 0 2 と異なる位置であればどこに配置しても構わない。図 3 (a)中のz軸は、u平面 3 0 1 と、x平面 3 0 2 との両方に対して垂直であり、x平面 3 0 2 からu平面 3 0 1 に向かう方向に取るものとする。

【 0 0 4 1 】

光線 3 0 3、3 0 4 は、被写体から出てメインレンズ 2 1 2 で屈折した光線である。光線がu平面 3 0 1、x平面 3 0 2 を通った位置を(x,u)のようにペアで表すと、図 3 (a)より、光線 3 0 3 は $(x_1, u_1)$ を通過し、光線 3 0 4 は $(x_2, u_2)$ を通過する。この $(x_1, u_1)$ 、 $(x_2, u_2)$ を、xを横軸に、uを縦軸にとったライトフィールド座標上にプロットすると、それぞ

10

20

30

40

50

れ、点307、308にプロットされる(図3(b)を参照)。即ち、撮影シーンの空間中の一本の光線はライトフィールド座標上では一点に対応する。

【0042】

同様に、撮影シーンにおけるある点を通るすべての光線を考えると、それらの光線に対応するライトフィールド座標上の点の集合は直線になるという性質が知られている。

【0043】

例えば、被写体のある一点305から出た光線に対応する点は全て直線309上に乗り、直線309の傾きはu平面301から点305までの距離によって変化する。具体的には、点305と共役な点306の座標を $(x_{img}, z_{img})$ とし、u平面のz座標を $z_u$ とすると、点306を通る全ての光線は以下の式(1)を満たす。

【0044】

【数1】

$$\alpha x - (\alpha - 1)u = x_{img} \quad \text{式(1)}$$

【0045】

ここで は、

【0046】

【数2】

$$\alpha \equiv \frac{z_u - z_{img}}{z_u}$$

式(2)

【0047】

である。

【0048】

点306を通る全ての光線が式(1)を満たす理由は、点306がu平面と、x平面とを(1-)に外分する点であるからである。ライトフィールド座標(x,u)上では、式(1)は、直線309を表す方程式である。従って、この性質を用いると、ライトフィールド座標上における直線の傾きを求めることで、u平面301と、点305(被写体)との間の距離を推定することができる。

【0049】

具体的に説明すると、ライトフィールド座標上でエッジ抽出を行い、その方向を判定することで、式(1)における を求める。u平面のz座標 $z_u$ は既知なので、 の値を用いると、点306のz座標 $z_{img}$ を求めることができる。更に、レンズの公式を用いることで、u平面301と、点305との間の距離を推定することができる。距離推定部107は、以上のようにして、ピントを合わせる被写体までの距離を推定する。以上がライトフィールドの考え方の簡単な説明である。

【0050】

(情報処理装置のユーザインタフェース)

図4に、本実施例に係る領域ごとに被写界深度を指定するためのユーザインタフェースの画面の一例を示す。図4は、領域指定部103、被写界深度指定部104、及びピント位置指定部105のユーザインタフェースの概念図である。

【0051】

図4において、画像401は、画像生成部106によって生成され、表示部108に表示された画像である。表示部108内に、画像401に対する操作を表すアイコンが並んだウィンドウ402が表示される。ウィンドウ402内に、画像401に対する操作を表すアイコン403、404、405が表示される。

【0052】

入力デバイス120(例えばマウス)によりアイコン403がクリックされると、枠4

10

20

30

40

50

06が表示部108に表示され、マウスをドラッグすることにより、枠406の位置や大きさを任意に指定することができる。

【0053】

マウスによりアイコン405が選択されると、マウスのカーソルが矢印408のように変化する。マウスのカーソルが矢印408の状態、画像401をクリックすると、矢印カーソル408が指し示す被写体にピントが合う。

【0054】

マウスによりアイコン404が選択されると、マウスのカーソルが斜め矩形407のように変化する。マウスのカーソルが斜め矩形407の状態、画像401をクリックすると、枠406で囲まれた領域が指定された被写界深度に変更される。

10

【0055】

ウィンドウ409は被写界深度を指定するウィンドウであり、ユーザが任意にF値を設定することができる。

【0056】

図4を用いて説明したユーザインタフェースを介して、領域指定部103及びピント位置指定部105は、画像のピント位置を指定し、領域指定部103及び被写界深度指定部104は、領域ごとに任意の被写界深度を指定することができる。

【0057】

(画像生成部106の動作)

以下、ユーザが指定した領域・被写界深度と、取得部102が取得したライトフィールドデータから画像生成部106がどのように画像を生成するかを説明する。

20

【0058】

まず、ライトフィールドから画像を生成する一般的な手法について説明する。図5は、ライトフィールドから画像を生成する手法の概念図である。なお、本来ライトフィールド空間は4次元空間であるが、図5(b)では図示の都合上2次元でライトフィールド空間を表現している。

【0059】

図5(a)は、被写体501からの光線303が、メインレンズ212を通過し、仮想的に設置した仮想撮像素子502上の点503に至ることを示す。

【0060】

30

図5(b)は、被写体501からの光線群をライトフィールド空間上にマッピングした結果を示す。図5(b)を参照すると、ライトフィールド空間((x,u)空間)上に被写体501から発せられた光線群が領域504として表されている。

【0061】

ライトフィールドから画像を生成する際は、仮想撮像素子502上にどのような画像が形成されるのかを計算する。

【0062】

仮想撮像素子502上の点503の座標を $(x_{img}, z_{img})$ とすると、 $x_{img}$ を通る光線は式(1)より、

【0063】

40

【数3】

$$x = \frac{x_{img}}{\alpha} + \left(1 - \frac{1}{\alpha}\right)u \quad \text{式(3)}$$

【0064】

と表される。は、仮想撮像素子502の位置を表している。

【0065】

メインレンズ212の絞りの直径を2Dとすると、点503の画素値 $I(x_{img})$ は以下の式(4)で計算することができる。

【0066】

50

【数4】

$$I(x_{\text{img}}) = \int_{-D}^D du L\left(\frac{x_{\text{img}}}{\alpha} + \left(1 - \frac{1}{\alpha}\right)u, u\right) \quad \text{式(4)}$$

【0067】

式(4)において、 $L(x, u)$ は $u$ 平面301、 $x$ 平面302を $(x, u)$ の座標で通過する光線の強度であり、式(4)は、レンズの開口を通過して、点503に集まる光線の強度を計算する式である。式(4)において、 $x_{\text{img}}$ は仮想撮像素子の位置を表しているため、 $x_{\text{img}}$ を変化させることにより、仮想撮像素子502の位置を変えることができる。従って、撮影後にピントの位置を変えることができる。

10

【0068】

また、式(4)では、積分範囲を $[-D, D]$ としているが、積分範囲を変えることで仮想的にメインレンズ212の絞りの大きさを変えることができる。従って、撮影後に被写界深度を変えることも可能である。

【0069】

例えば、メインレンズ212の焦点距離を $f$ 、実現したい被写界深度の $F$ 値を $F$ とすると、積分範囲を $[-f/(2F), f/(2F)]$ にすれば良い。ただし、この積分範囲の導出の際、絞りの直径 $2D$ 、焦点距離 $f$ 、 $F$ 値の間に $F=f/(2D)$ の関係が成り立つことを用いた。

【0070】

式(4)を図5(b)を用いて図形的に解釈すると、式(4)は、 $x_{\text{img}}$ を固定した場合、式(3)より矢印505の方向に、積分範囲506と重なる範囲で積分を行うことを意味している。生成する画像の被写界深度を変えることは、積分範囲506の幅を $u$ 軸方向に変化させることを意味している。矢印505と $x$ 軸の交点は、 $x_{\text{img}}/\alpha$ であり、 $x_{\text{img}}$ を変化させながら、画素値 $I(x_{\text{img}})$ を計算することは、矢印505を $x$ 軸の右方向に移動させながら、積分を行うことを意味している。

20

【0071】

以上のように、ピント位置(仮想撮像素子の位置)、 $F$ 値 $F$ を決めることにより、ライトフィールドデータから所望のピント位置、被写界深度の画像を計算し、生成することができる。

【0072】

次に、画像生成部106がどのように画像を生成するかを説明する。

30

【0073】

図6(a)は、ユーザが画素ごとに被写界深度を指定した場合の、ライトフィールド空間における積分範囲の例を示した図である。

【0074】

図6(a)において、破線で表す領域601の $u$ 軸方向の幅が積分範囲を表しており、 $x$ 軸の場所によって積分範囲が変化していることが分かる。

【0075】

ユーザが画素位置 $x_{\text{img}}$ の $F$ 値を $F(x_{\text{img}})$ に指定した場合を考えると、 $F$ 値と、積分範囲 $[-D(x_{\text{img}}), D(x_{\text{img}})]$ との関係は、メインレンズ212の焦点距離 $f$ を用いて、

40

【0076】

【数5】

$$D(x_{\text{img}}) = \frac{f}{2F(x_{\text{img}})} \quad \text{式(5)}$$

【0077】

となる。ここで、被写界深度の定義式 $F = f/(2D)$ を用いた。

【0078】

画像生成部106は、式(4)、(5)を用いて、以下の式(6)

【0079】

50



## 【数6】

$$I(x_{\text{img}}) = \int_{-D(x_{\text{img}})}^{D(x_{\text{img}})} du L\left(\frac{x_{\text{img}}}{\alpha} + \left(1 - \frac{1}{\alpha}\right)u, u\right) \quad \text{式(6)}$$

## 【0080】

を計算することにより、画素位置 $x_{\text{img}}$ において被写界深度 $F(x_{\text{img}})$ を有する画像を生成する。すなわち、画素ごとに積分範囲を変更することにより、画素ごとに被写界深度を変更することができる。

## 【0081】

以上、画素ごとに被写界深度を変更する例に関して説明したが、領域ごとに被写界深度を変更する場合も同様である。領域ごとに被写界深度を変更する場合の積分範囲の例を図6(b)に示す。図6(b)において、破線で表す領域602はx軸の場所によりu軸方向の幅が変化しており、u軸方向の幅が積分範囲を表している。

10

## 【0082】

画像生成部106は、ユーザが指定した領域に番号を1から順に割り振る。i番目の領域の被写界深度を $F_i$ とすると、画像生成部106は、以下の式(7)に基づいて積分範囲602内でライトフィールドの積分を行って、i番目の領域において被写界深度 $F_i$ を有する画像を生成する。

## 【0083】

## 【数7】

$$I(x_{\text{img}}) = \int_{-D_i}^{D_i} du L\left(\frac{x_{\text{img}}}{\alpha} + \left(1 - \frac{1}{\alpha}\right)u, u\right) \quad \text{式(7)}$$

20

## 【0084】

ここで、 $D_i$ は式(5)と同様にして、被写界深度の定義式 $F = f/(2D)$ から、 $D_i = f/(2F_i)$ と決められる。

## 【0085】

なお、ここでは、画像中のピント位置を同一であると仮定し、 $f$ を固定して計算したが、領域（もしくは画素）ごとにピント位置を変えても良い。その時は、領域（もしくは画素）ごとに矢印505の傾きを変えて画素値を計算する。例えば、式(7)は次のように変更される。

30

## 【0086】

## 【数8】

$$I(x_{\text{img}}) = \int_{-D_i}^{D_i} du L\left(\frac{x_{\text{img}}}{\alpha_i} + \left(1 - \frac{1}{\alpha_i}\right)u, u\right) \quad (8)$$

## 【0087】

ここで、 $\alpha_i$ はi番目の領域における仮想撮像素子の位置を表しているため、領域ごとにピント位置を変える場合は、仮想撮像素子は平面ではなく、曲面になる。以上が画像生成部106の動作である。

40

## 【0088】

（本実施例に係る処理の流れ）

以下、本実施例に係る処理の流れについて説明する。

## 【0089】

図7は、本実施例に係る処理の流れを示すフローチャートである。

## 【0090】

ステップ701において、取得部102は、ライトフィールドデータを取得する。

## 【0091】

ステップ702において、画像生成部106は、式(4)に基づいてライトフィールドデータから被写界深度の深い画像（例えば $F=16$ ）を生成する。生成した画像を表示部108

50

は、表示する。ここで、表示部 108 に被写界深度の深い画像を表示させる理由は、画像中にボケが存在すると、被写体の境界があいまいになり、ユーザが枠 406 を指定しにくくなるからである。

【0092】

ステップ 703 において、距離推定部 107 は、ユーザが表示部 108 上で指定することにより、ピント位置指定部 105 から被写体のピント位置を取得する。本実施例では画像中のピント位置を一つであるとしているが、領域ごとにピント位置を変えても良い。

【0093】

ステップ 704 において、距離推定部 107 は、ユーザが指定したピント位置にある被写体までの距離を算出する。

【0094】

ステップ 705 において、画像生成部 106 は、枠 406 を用いてユーザが被写界深度を変更したい領域を選択し、領域の位置情報を入力することにより、領域指定部 103 から被写界深度を変更する領域を取得する。

【0095】

ステップ 706 において、画像生成部 106 は、ユーザがウィンドウ 409 を用いて被写界深度を入力することにより、被写界深度指定部 104 から被写界深度を取得する。

【0096】

ステップ 707 において、画像生成部 106 は、ユーザが被写界深度を変更したい全ての領域の指定が終了したかどうかを判定する。領域の指定が終了している場合は、処理はステップ 708 に進み、領域の指定が終了していない場合は、処理はステップ 705 に戻る。

【0097】

ステップ 708 において、画像生成部 106 は、ライトフィールドデータから指定された領域において指定された被写界深度の画像を生成する。

【0098】

ステップ 709 において、画像生成部 106 は、生成した画像を表示部 108 に出力し、表示部 108 は、生成した画像を表示する。

【0099】

(実施例 1 の効果)

以下、本実施例に係る効果について説明する。図 8 は、本実施例に係る画像処理を施した効果を説明するための図である。

【0100】

図 8 (a)、(b) において、被写体 801 ~ 803 が表されている。被写体 801 は撮像部 101 から 1000mm 離れた場所にあり、被写体 802 は撮像部 101 から 2000mm 離れた場所にあり、被写体 803 は無限遠にあるものとする。図 8 (a)、(b) は、被写体 802 にピントを合わせた画像であり、図 8 (a) は、従来手法によって生成した画像であり、図 8 (b) は、本実施例によって生成した画像である。

【0101】

図 8 (a) を参照すると、ピント位置にある被写体 802 にはボケが発生しておらず、被写体 801、803 には同程度のボケが発生していることが分かる。

【0102】

図 8 (b) は、被写体 801、803 を選択し、本実施例を適用して被写界深度を変更した画像である。図 8 (b) と、図 8 (a) とを比べると、図 8 (b) では、被写体 803 のボケが大きくなっており、被写体 801 のボケは無くなっていることが分かる。

【0103】

従来手法によって被写界深度を調節する場合は、画面全体の被写界深度しか調節できないため、被写体 801、803 のボケの度合いを独立に調節することはできない。一方、本実施例の場合はユーザが選んだ領域ごとに、独立してボケの強度を調節することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 0 4 】

以上のように、本実施例によれば、選択した領域（もしくは画素）ごとにユーザが好みの被写界深度に調節することが可能になる。

## 【 0 1 0 5 】

## 〔 実施例 2 〕

実施例 1 ではユーザは任意の被写界深度を指定することができたが、本実施例では、指定された被写界深度の画像を生成できないときにユーザに通知する場合について説明する。

## 【 0 1 0 6 】

撮像部 1 0 1 で取得したライトフィールドデータをライトフィールド座標上にプロットするとき、データがプロットされる範囲は、メインレンズ 2 1 2 の絞りの開口幅と、撮像部 1 0 1 の撮像素子幅とによって規定される。

## 【 0 1 0 7 】

図 9 は、本実施例に係る情報処理装置の主要な構成要素を示すブロック図である。

## 【 0 1 0 8 】

本実施例に係る情報処理装置の構成は、実施例 1 と概ね同一であるため（図 1 を参照）、実施例 1 との差異のみ説明する。

## 【 0 1 0 9 】

入力可能値算出部 9 0 1 は、撮像部 1 0 1 におけるメインレンズ 2 1 2 の絞りの開口幅と、撮像部 1 0 1 の撮像素子幅とから被写界深度指定部 1 0 4 が指定可能な被写界深度値の範囲を決定し、決定した被写界深度値の範囲を表示部 1 0 8 に表示する。

## 【 0 1 1 0 】

なお、入力可能値算出部 9 0 1 は、被写界深度指定部 1 0 4 を介して入力可能値算出部 9 0 1 が算出した被写界深度より小さい F 値が入力された場合、表示部 1 0 8 にエラーメッセージを表示してもよい。

## 【 0 1 1 1 】

図 1 0 は、入力可能値算出部 9 0 1 が入力可能な F 値を算出する動作原理の概念図である。

## 【 0 1 1 2 】

図 1 0 (a) において、範囲 1 0 0 1 は、撮像部 1 0 1 が取得可能な光線の u 座標の範囲を表している。メインレンズ 2 1 2 の絞りの範囲を  $[-D, D]$  とすると、範囲 1 0 0 1 は絞りの範囲と一致し、 $[-D, D]$  となる。範囲 1 0 0 2 は、撮像部 1 0 1 が取得可能な光線の x 座標の範囲を表している。撮像部 1 0 1 の撮像素子の幅を  $[-s, s]$  とすると、範囲 1 0 0 2 は撮像素子の幅とほぼ一致し、 $[-s, s]$  となる。

## 【 0 1 1 3 】

図 1 0 (b) は、撮像部 1 0 1 が取得可能なライトフィールドをライトフィールド座標上にプロットした結果を示す図である。図 1 0 (b) 中の領域 1 0 0 3 は、撮像部 1 0 1 が取得可能なライトフィールドの範囲を表している。入力可能値算出部 9 0 1 は、ユーザが入力した F 値に基づいて積分範囲を計算した場合に、図 6 で例示した積分範囲 6 0 1 や 6 0 2 等が領域 1 0 0 3 の内側に収まるような F 値を算出する。

## 【 0 1 1 4 】

図 1 1 に、本実施例に係る領域ごとに被写界深度を指定するためのユーザインタフェースの画面の一例を示す。図 1 1 は、領域指定部 1 0 3、被写界深度指定部 1 0 4、及びピント位置指定部 1 0 5 のユーザインタフェースの概念図である。

## 【 0 1 1 5 】

ウィンドウ 1 1 0 1 において、入力可能値算出部 9 0 1 が算出した被写界深度値をウィンドウ内の不等号の右側に表示しており、あとはウィンドウ 4 0 9 と同様である。ユーザが入力可能値算出部 9 0 1 が算出した被写界深度の範囲外の値（図 1 1 に閉める例では、1.2）をウィンドウ 1 1 0 1 に入力した場合には、エラーメッセージウィンドウ 1 1 0 2 が表示される。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 6 】

( 実施例 2 の効果 )

本実施例に係る情報処理装置は、画像を生成することが不可能な被写界深度を通知し、画像を生成することが不可能な被写界深度が入力された場合にエラーメッセージを表示する。これにより、ユーザが分かりやすく情報処理装置を操作することが可能になる。

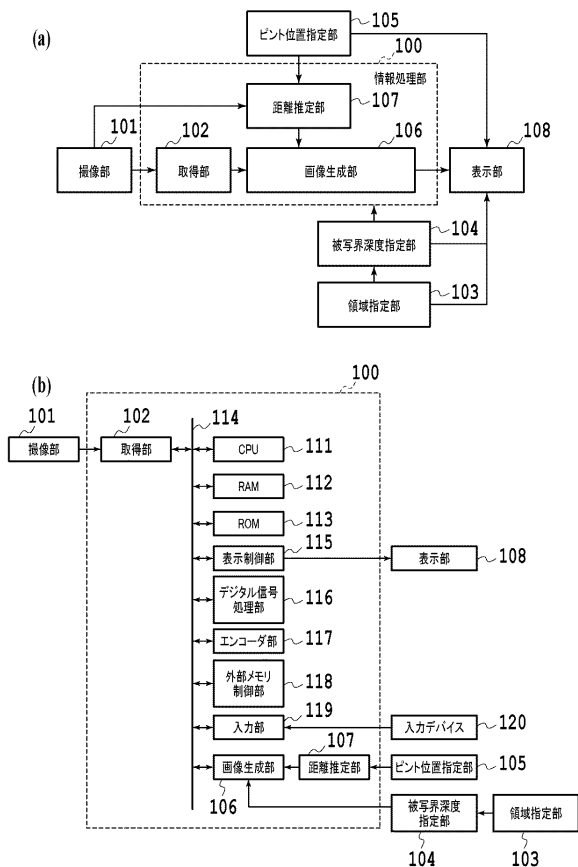
【 0 1 1 7 】

[ その他の実施例 ]

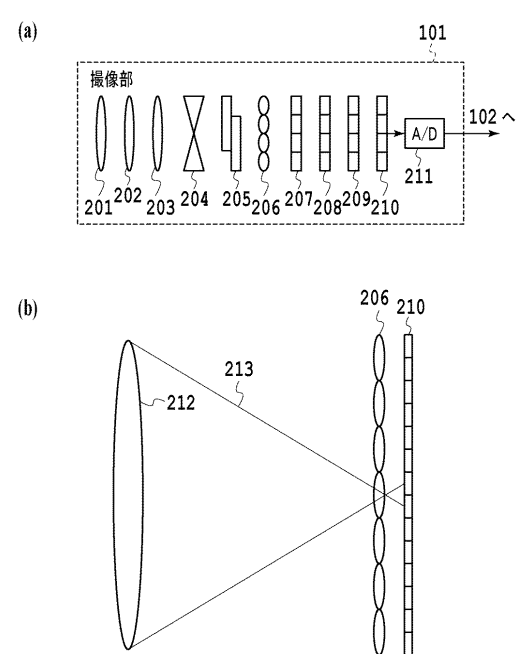
また、本発明の目的は、以下の処理を実行することによっても達成される。即ち、上述した実施例の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体を、システム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU等）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出す処理である。この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施例の機能を実現することになり、そのプログラムコード及び該プログラムコードを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。

10

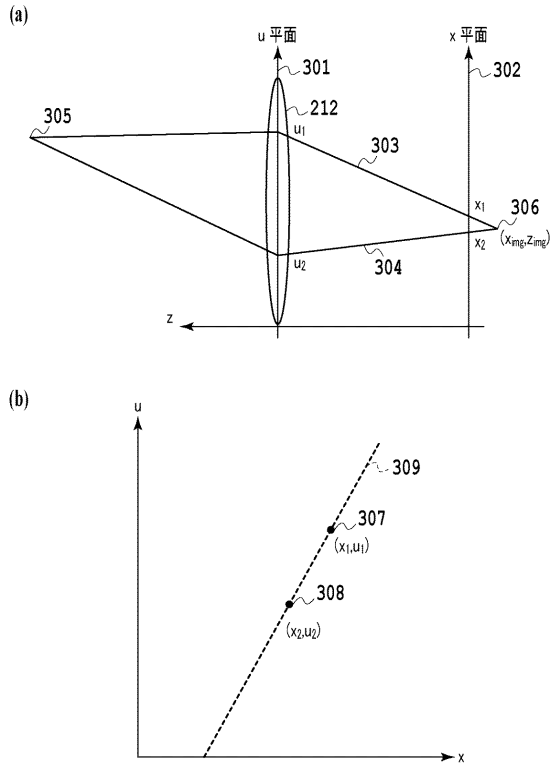
【 図 1 】



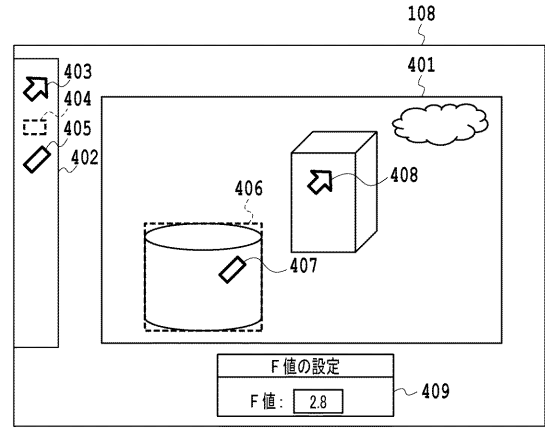
【 図 2 】



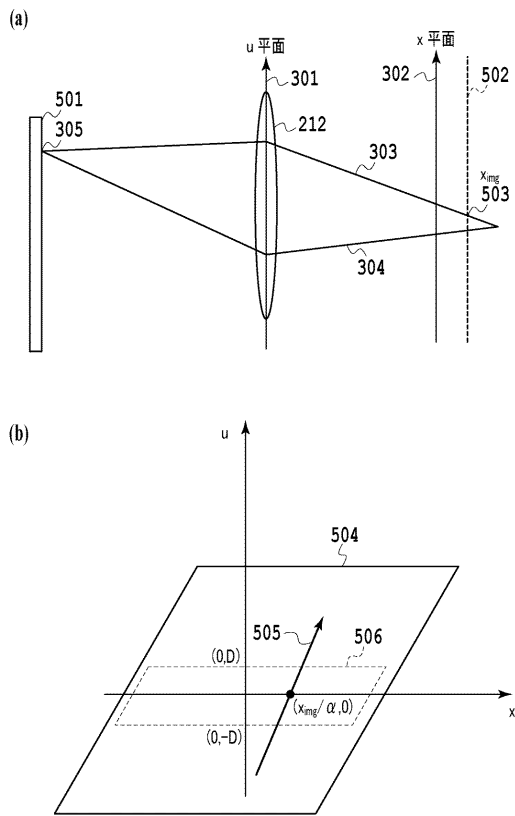
【図3】



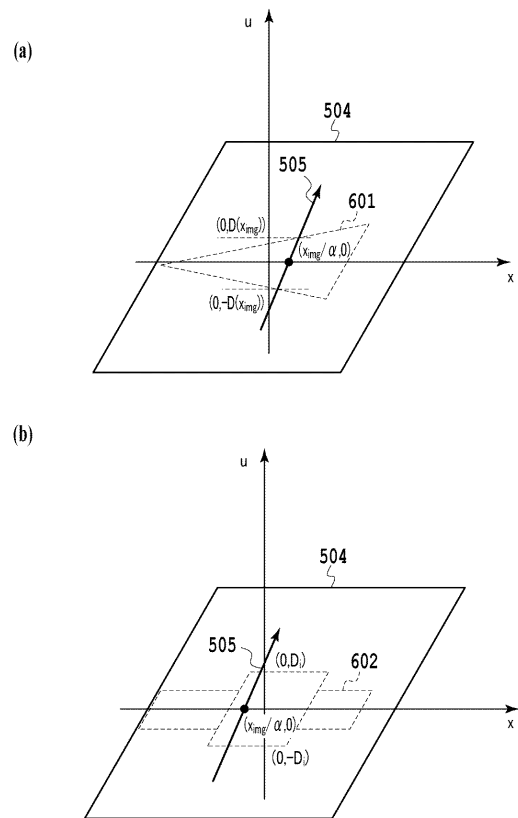
【図4】



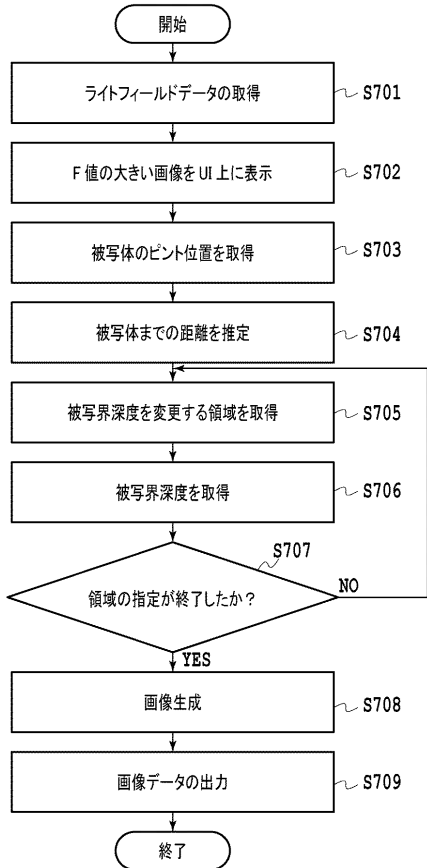
【図5】



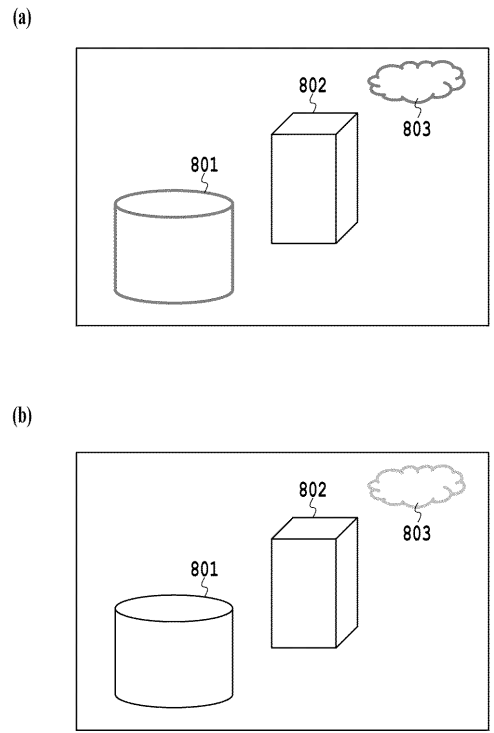
【図6】



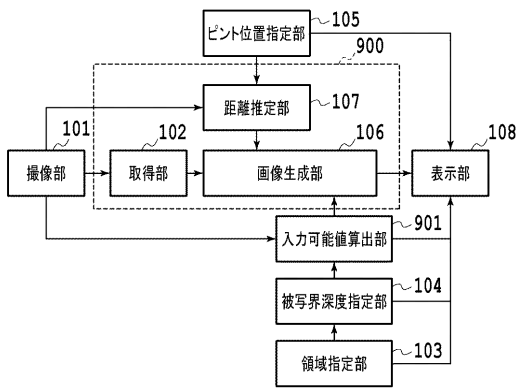
【図7】



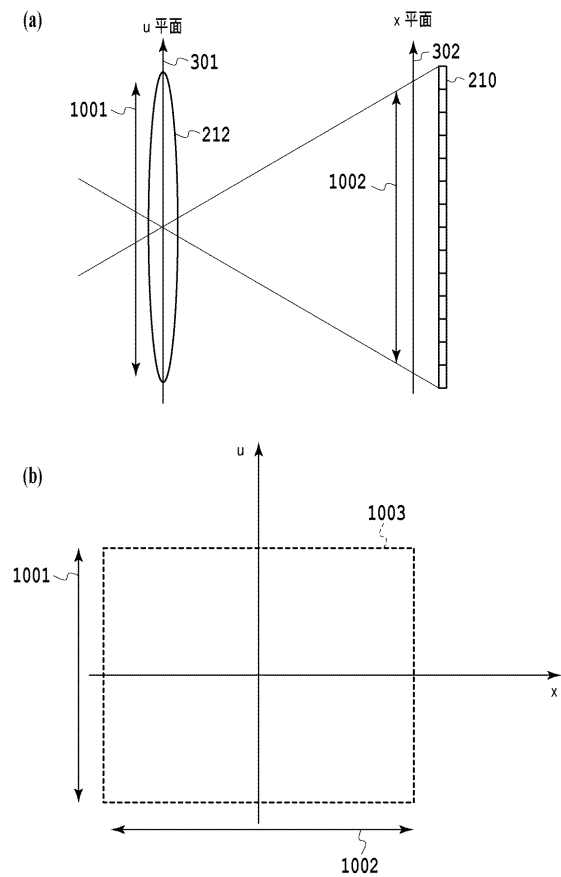
【図8】



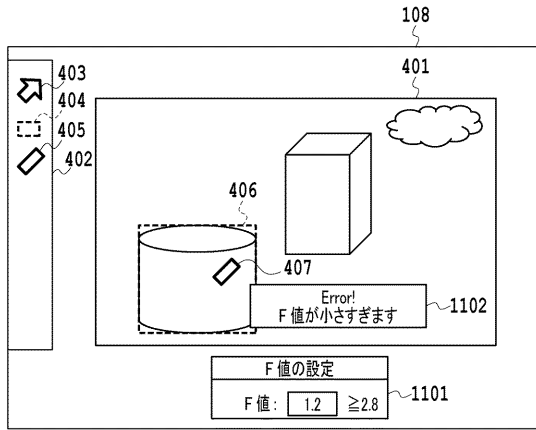
【図9】



【図10】



【図 11】



---

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 4 N	5 / 2 2 2 ~ 2 5 7
G 0 2 B	3 / 0 0
G 0 3 B	1 5 / 0 0
G 0 6 T	1 / 0 0