

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6849430号
(P6849430)

(45) 発行日 令和3年3月24日(2021.3.24)

(24) 登録日 令和3年3月8日(2021.3.8)

(51) Int.Cl.

G 06 T 15/20 (2011.01)

F 1

G O 6 T 15/20 5 0 0

請求項の数 16 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2016-253276 (P2016-253276)
 (22) 出願日 平成28年12月27日 (2016.12.27)
 (65) 公開番号 特開2018-106496 (P2018-106496A)
 (43) 公開日 平成30年7月5日 (2018.7.5)
 審査請求日 令和1年12月20日 (2019.12.20)

(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 吉村 宗浩
 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 今井 彰人
 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 板垣 有紀

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】画像処理装置、画像処理方法、及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の撮影装置により撮影領域をそれぞれ異なる方向から撮影することで得られる画像データに基づいて仮想視点に対応する仮想視点画像を生成するための、前記仮想視点の移動経路を設定する設定装置であって、

前記撮影領域内のオブジェクトを指定する指定手段と、

前記指定手段による前記オブジェクトの指定と前記仮想視点の移動に係る所定の基準とに応じた前記仮想視点の移動経路を設定する設定手段であって、前記仮想視点の移動に伴う前記仮想視点画像における前記オブジェクトの画質の変化が抑えられるように、前記仮想視点の位置と前記仮想視点画像における前記オブジェクトの画質との関係に基づいて前記仮想視点の移動経路を設定する設定手段と、

を有することを特徴とする設定装置。

【請求項 2】

前記設定手段により設定された前記仮想視点の移動経路に応じた仮想視点画像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 に記載の設定装置。

【請求項 3】

前記仮想視点画像の画質に関するパラメータを前記所定の基準として取得する取得手段を有し、

前記設定手段は、前記指定手段により指定されたオブジェクトと、前記取得手段により取得されたパラメータとに基づいて、前記仮想視点の移動経路を設定する、

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の設定装置。

【請求項 4】

前記取得手段により取得されるパラメータは、許容される最低画質を表し、

前記設定手段は、前記仮想視点の移動経路に従って生成される複数の仮想視点画像のそれそれぞれにおける前記オブジェクトの画質が前記最低画質よりも高くなるように、前記移動経路を設定する、

ことを特徴とする請求項 3 に記載の設定装置。

【請求項 5】

前記設定手段は、前記複数の仮想視点画像のそれぞれにおける前記オブジェクトの画質が前記最低画質よりも高く、且つ、前記複数の仮想視点画像のそれぞれにおける前記オブジェクトのサイズが略同一になるように、前記移動経路を設定することを特徴とする請求項 4 に記載の設定装置。 10

【請求項 6】

仮想視点の移動経路のタイプを前記所定の基準として取得する取得手段を有し、

前記設定手段は、前記指定手段により指定されたオブジェクトと、前記取得手段により取得された前記移動経路のタイプとに基づいて、前記仮想視点の移動経路を設定する、

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の設定装置。

【請求項 7】

1 又は複数の仮想視点の位置を前記所定の基準として取得する取得手段を有し、

前記設定手段は、前記指定手段により指定されたオブジェクトと、前記取得手段により取得された前記 1 又は複数の仮想視点の位置とに基づいて、前記仮想視点の移動経路を設定する。 20

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の設定装置。

【請求項 8】

前記仮想視点画像における前記オブジェクトの画質は、前記複数の撮影装置のそれぞれの光軸上における合焦位置と前記オブジェクトの位置との関係と、前記仮想視点の位置と前記オブジェクトの位置との関係と、に基づいて決まることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載の設定装置。

【請求項 9】

前記オブジェクトの画質は前記仮想視点画像におけるボケ量に対応することを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載の設定装置。 30

【請求項 10】

前記設定手段は、前記仮想視点の移動に伴う前記仮想視点画像における前記オブジェクトの画質の変化が抑えられるように、前記仮想視点に対応する焦点距離を設定することを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載の設定装置。

【請求項 11】

前記仮想視点画像における前記オブジェクトの画質は、前記仮想視点の位置と前記オブジェクトの位置との距離と、前記オブジェクトの位置に対する前記仮想視点の位置の方向と、に応じて異なることを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れか 1 項に記載の設定装置。 40

【請求項 12】

前記仮想視点は、前記仮想視点画像を空間内に設定された仮想的な視点から見た画像であるとみなした場合における当該視点であることを特徴とする請求項 1 乃至 11 の何れか 1 項に記載の設定装置。

【請求項 13】

複数の撮影装置により撮影領域をそれぞれ異なる方向から撮影することで得られる画像データに基づいて仮想視点に対応する仮想視点画像を生成するための、前記仮想視点の移動経路を設定する設定方法であって、

前記撮影領域内のオブジェクトを指定する指定工程と、

前記指定工程における前記オブジェクトの指定と前記仮想視点の移動に係る所定の基準とに応じた前記仮想視点の移動経路を設定する設定工程であって、前記仮想視点の移動に 50

伴う前記仮想視点画像における前記オブジェクトの画質の変化が抑えられるように、前記仮想視点の位置と前記仮想視点画像における前記オブジェクトの画質との関係に基づいて前記仮想視点の移動経路を設定する設定工程と、

を有することを特徴とする設定方法。

【請求項 1 4】

1 又は複数の仮想視点の位置を前記基準として取得する取得工程を有し、

前記設定工程においては、前記指定工程において指定されたオブジェクトと、前記取得工程において取得された前記 1 又は複数の仮想視点の位置とに基づいて、前記仮想視点の移動経路が設定される、

ことを特徴とする請求項 1 3 に記載の設定方法。

10

【請求項 1 5】

前記仮想視点画像の画質に関するパラメータを前記所定の基準として取得する取得工程を有し、

前記設定工程においては、前記指定工程において指定されたオブジェクトと、前記取得工程において取得された前記画質に関するパラメータとに基づいて、前記仮想視点の移動経路が設定される、

ことを特徴とする請求項 1 3 に記載の設定方法。

【請求項 1 6】

コンピュータを、請求項 1 乃至 1 2 のいずれか 1 項に記載の設定装置として機能させるためのプログラム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、異なる視点から撮影された多視点映像を用いた、自由視点映像生成技術に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

複数台の実カメラで撮影した多視点の映像を用いて、3次元空間内に仮想的に配置した実際には存在しないカメラ（仮想カメラ）からの映像を再現する技術として、自由視点映像技術がある。自由視点映像の生成手法の一つに、被写体を囲むように撮影して得られた多視点映像から被写体の3次元形状を推定し、求めた3次元形状の表面に撮影画像をテクスチャマッピングすることにより、自由視点映像を得る手法がある。このとき、生成したい自由視点の位置によって、どの視点の撮影画像をテクスチャマッピングに用いるかが、自由視点映像の画質に大きな影響を与える。この点、特許文献 1 には、生成したい自由視点の光軸方向と撮影視点の光軸方向に基づいて画像合成時のブレンド率を算出し、撮影視点の光軸方向が自由視点のそれに近い撮影画像の合成時の重みを高くすることで、高画質を実現する技術が開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

【特許文献 1】特開2010-20487号公報

40

【非特許文献】

【0 0 0 4】

【非特許文献 1】Z. Zhang, “A flexible new technique for camera calibration”, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 22(11):1330-1334, 2000.

【非特許文献 2】A Robust Free-Viewpoint for Sport Scenes, Proceeding of 3DTV conference 2007, Oliver Grau et al.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0005】

上記特許文献1の手法では、多視点映像における撮影画像間で被写体領域におけるボケ量が異なる場合、出来上がった自由視点映像においてボケ量のバラつきが生じてしまう。具体的には、自由視点映像の対象被写体に合焦している撮影画像と、当該対象被写体に合焦していない撮影画像とが混在する場合、前者をテクスチャマッピングしたフレームと後者をテクスチャマッピングしたフレームとの間で、ボケ量に差が生じることになる。そのような自由視点映像は、見る者に違和感を与えることになり望ましくない。

【0006】

本発明では、多視点映像に含まれる撮影画像間で被写体領域におけるボケが異なる場合でも、見る者に違和感を与えない自由視点映像を生成することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】**【0007】**

本発明に係る設定装置は、複数の撮影装置により撮影領域をそれぞれ異なる方向から撮影することで得られる画像データに基づいて仮想視点に対応する仮想視点画像を生成するための、前記仮想視点の移動経路を設定する設定装置であって、前記撮影領域内のオブジェクトを指定する指定手段と、前記指定手段による前記オブジェクトの指定と前記仮想視点の移動に係る所定の基準とに応じた前記仮想視点の移動経路を設定する設定手段であって、前記仮想視点の移動に伴う前記仮想視点画像における前記オブジェクトの画質の変化が抑えられるように、前記仮想視点の位置と前記仮想視点画像における前記オブジェクトの画質との関係に基づいて前記仮想視点の移動経路を設定する設定手段と、を有することを特徴とする。

20

【発明の効果】**【0008】**

本発明によれば、多視点映像に含まれる撮影画像間で被写体領域におけるボケが異なる場合でも、見る者に違和感を与えない自由視点映像を生成することが可能である。

【図面の簡単な説明】**【0009】**

【図1】画像処理装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

【図2】多視点映像を取得するためのカメラ配置の一例を示した図である。

【図3】実施例1に係る画像処理装置の機能ブロック図である。

30

【図4】(a)はカメラの光軸を示した図、(b)は仮想視点の経路を示した図である。

【図5】(a)は仮想視点の経路を示した図、(b)は被写体と実注視点との距離を示した図である。

【図6】仮想視点画像のボケ具合を示す図である。

【図7】実施例1に係る自由視点映像生成処理の流れを示すフローチャートである。

【図8】仮想視点画像の一例を示す図である。

【図9】実施例2に係る画像処理装置の機能ブロック図である。

【図10】実施例2に係る自由視点映像生成処理の流れを示すフローチャートである。

【図11】カメラワーク設定用のUI画面の一例を示す図である。

【図12】カメラワーク設定領域内に、始点設定バーと終点設定バーが表示された状態を示す図である。

40

【図13】仮想視点候補の一例を示す図である。

【図14】仮想視点候補の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】**【0010】**

以下、添付図面を参照して、本発明を好適な実施例に従って詳細に説明する。なお、以下の実施例において示す構成は一例にすぎず、本発明は図示された構成に限定されるものではない。

【実施例1】**【0011】**

50

図1は、画像処理装置100のハードウェア構成の一例を示す図である。画像処理装置100は、CPU101、RAM102、ROM103、HDD104、入出力I/F105で構成される。そして、画像処理装置100を構成する各部は、システムバス106によって相互に接続されている。また、画像処理装置100は、入出力I/F105を介して、カメラ201～210、表示操作部110、外部メモリ111に接続されている。

【0012】

CPU101は、RAM102をワークメモリとして、ROM103に格納されたプログラムを実行し、システムバス106を介して画像処理装置100の各部を統括的に制御する。これにより、後述する様々な処理が実現される。HDD104は、画像処理装置100で取り扱う種々のデータを記憶する大容量記憶装置であり、例えばSSDなどでもよい。CPU101は、システムバス106を介してHDD104へのデータの書き込み及びHDD104に記憶されたデータの読み出しを行うことができる。

【0013】

入出力I/F105は、例えばUSBやIEEE1394等のシリアルバスI/Fであり、外部装置と画像処理装置100との間の各種データ・命令等の入力や出力が、この入出力I/F105を介して行われる。外部メモリ111は、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メモリなどの記憶媒体である。表示操作部110は、例えばタッチパネル機能を有する液晶ディスプレイなどで構成され、ユーザに対する必要な情報の表示や、UI画面を介してユーザからの指示を取得する。なお、画像処理装置100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ため、説明を省略する。

【0014】

図2は、異なる複数の視点から撮影して互いに視差のある多視点映像を取得するためのカメラ配置の一例を示した図である。図2は、被撮影領域としてのフィールド220を囲むように配置された10台のカメラ201～210により、フィールド220上にいる選手221、222及びボール223を撮影している様子を表している。図2(a)は横から見た場合のカメラ配置、図2(b)は俯瞰で見た場合のカメラ配置である。本実施例では、×印224が全てのカメラ201～210の注視点となるように配置されている。ここで注視点とは、カメラ201～210それぞれの光軸上にあり、かつ合焦している点を指す。カメラ201～210はどれも焦点距離が同じレンズを有しており、それぞれが有する撮像素子の画素数も等しいものとする。なお、撮影に用いるカメラの数や構成、配置は上記の例に限定されるものではない。また、各カメラの注視点や焦点距離、撮像素子の画素数が互いに異なっていてもよい。また、本実施例では、各撮影視点に対応した複数のカメラによって多視点映像の撮影を行うものとしているが、1つあるいは複数のカメラが視点を変えながら複数回撮影することで多視点映像を取得してもよい。

【0015】

座標系225はカメラの位置などを特定するときに用いる座標系を示している。xy平面上の矩形領域である被撮影領域としてのフィールド220が、本実施例において画像処理の対象となる範囲となる。カメラ201～210による撮影画像データは、多視点映像データとして画像処理装置100に送られ、所定の画像処理が施される。

【0016】

続いて、画像処理装置100で行う自由視点映像の生成処理について説明する。図3は、本実施例に係る画像処理装置100の機能ブロック図である。画像処理装置100は、仮想注視点設定部301、仮想視点設定部302、撮影パラメータ取得部303、ボケ量導出部304、生成条件設定部305、限界焦点距離導出部306、カメラワーク設定部307、多視点映像取得部308、自由視点映像生成部309で構成される。以下、各部について説明する。

【0017】

仮想注視点設定部301は、自由視点映像の仮想カメラが注視する点(仮想注視点)の位置を設定する。この位置は座標系225に従う。生成される自由視点映像の対象タイムフレーム内で仮想注視点が変移する場合は、その変移する位置の軌跡が設定されることに

10

20

30

40

50

なる。この設定は、表示操作部 110 に表示されるUI画面を介したユーザ入力に基づいて行なわれる。或いは、事前に決定・保持しておいた位置座標の情報をHDD104等から取得してもよい。

【0018】

仮想視点設定部 302 は、自由視点映像生成時の各フレームにおける仮想カメラの位置(仮想視点)を設定する。この設定も、表示操作部 110 に表示されるUI画面を介したユーザ入力に基づいて行なわれる。或いは、仮想注視点設定部 301 で設定された仮想注視点の位置情報に基づいて計算で求めてもよい。例えば、仮想注視点となる対象被写体が対象タイムフレームの全範囲において位置(xd,yd,zd)で固定であって、当該対象被写体の周りを360度1周する自由視点映像を生成する場合の、円形の軌跡を描く仮想視点は、以下の式(1)で表される。

【0019】

【数1】

$$V_m \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_d + r * \cos \theta_m \\ y_d + r * \sin \theta_m \\ z_d \end{pmatrix} \quad \dots \text{式 (1)}$$

【0020】

上記式(1)において、mはフレーム番号、Vm(x,y,z)は各フレームにおける仮想カメラの視点位置、rは円の半径、mは各フレームにおける仮想視点の方向をそれぞれ表している。

【0021】

撮影パラメータ取得部 303 は、カメラ 201 ~ 210 の撮影パラメータを取得する。以下に撮影パラメータの代表的なものを挙げる。

【0022】

- ・カメラ 201 ~ 210 それぞれの位置 (x201,y201,z201) ~ (x210,y210,z210)
- ・カメラ 201 ~ 210 それぞれの姿勢 (201, 201, 201) ~ (210, 210, 210)
- ・カメラ 201 ~ 210 の注視点の位置 (x1,y1,z1)
- ・レンズの焦点距離 f201 ~ f210
- ・レンズの主点位置 (cx201,cy201) ~ (cx210,cy210)
- ・カメラ 201 ~ 210 のF値 (F201) ~ (F210)
- ・撮像素子のサイズ (w201,h201) ~ (w210,h210)
- ・撮像素子の解像度 (Rcx201, Rcy201) ~ (Rcx210, Rcy210)

これら撮影パラメータを、予めHDD104に保持しておく、或いは、公知のzhangの手法(非特許文献1を参照)などを用いたカメラキャリブレーションを行って取得する。

【0023】

ボケ量導出部 304 は、仮想注視点設定部 301 で設定された仮想注視点及び撮影パラメータ取得部 303 が取得した撮影パラメータに基づいて、カメラ 201 ~ 210 で撮影された多視点映像の仮想注視点におけるボケ量を導出する。ここで、ボケ量は、極小の点像を撮影したときにその点像が撮像素子(センサ)上で何画素になるかを数値で表したものである。ボケ量(Bx_n,By_n)は以下の式(2)によって求めることができる。

【0024】

10

20

30

40

【数2】

$$Bx_n = \frac{fx^2_n * \left| \overrightarrow{\mathbf{L}_n} - \left| \frac{\overrightarrow{\mathbf{L}_n} \cdot \overrightarrow{\mathbf{D}_n}}{\left| \overrightarrow{\mathbf{L}_n} \right|^2} \overrightarrow{\mathbf{L}_n} \right| \right|}{\left| \frac{\overrightarrow{\mathbf{L}_n} \cdot \overrightarrow{\mathbf{D}_n}}{\left| \overrightarrow{\mathbf{L}_n} \right|^2} \overrightarrow{\mathbf{L}_n} \right| * \left| \overrightarrow{\mathbf{L}_n} \right| * F_n * Px_n}$$

$$By_n = \frac{fy^2_n * \left| \overrightarrow{\mathbf{L}_n} - \left| \frac{\overrightarrow{\mathbf{L}_n} \cdot \overrightarrow{\mathbf{D}_n}}{\left| \overrightarrow{\mathbf{L}_n} \right|^2} \overrightarrow{\mathbf{L}_n} \right| \right|}{\left| \frac{\overrightarrow{\mathbf{L}_n} \cdot \overrightarrow{\mathbf{D}_n}}{\left| \overrightarrow{\mathbf{L}_n} \right|^2} \overrightarrow{\mathbf{L}_n} \right| * \left| \overrightarrow{\mathbf{L}_n} \right| * F_n * Py_n}$$

10 . . . 式(2)

【0025】

上記式(2)において、 Bx_n はカメラnが撮影した画像における被写体の横方向のボケ量、 By_n は縦方向のボケ量を表している。 \mathbf{L}_n は、カメラnの位置から合焦位置までのベクトルであり、以下の式(3)で表される。 \mathbf{D}_n は、カメラnの位置から仮想注視点位置までのベクトルであり、以下の式(4)で表される。 (Px_n, Py_n) は、撮像素子上での1画素の大きさを表し、以下の式(5)で表される。

【0026】

【数3】

$$\overrightarrow{\mathbf{L}_n} = \begin{pmatrix} x_l - x_n \\ y_l - y_n \\ z_l - z_n \end{pmatrix} \quad . . . \text{式(3)}$$

30

【0027】

【数4】

$$\overrightarrow{\mathbf{D}_n} = \begin{pmatrix} x_d - x_n \\ y_d - y_n \\ z_d - z_n \end{pmatrix} \quad . . . \text{式(4)}$$

【0028】

【数5】

$$Px_n = \frac{w_n}{Rcx_n}, \quad Py_n = \frac{h_n}{Rcy_n} \quad . . . \text{式(5)}$$

【0029】

生成条件設定部305は、生成する自由視点映像の生成条件、具体的には、出力解像度Rd、許容されるボケ量(ボケ量許容値)b'、入力多視点映像のうちの対象タイムフレームなどを設定する。出力解像度Rd、ボケ量許容値b'及び対象タイムフレームは、表示操作部110を介してユーザによって入力される。

【0030】

10

20

30

40

50

限界焦点距離導出部306は、設定された仮想視点の経路上の各位置においてズーム可能な範囲（限界焦点距離）を導出する。この限界焦点距離は以下のように導出される。まず、仮想視点の位置座標、被写体の位置座標、仮想注視点の位置座標及び撮影パラメータに基づいて、仮想視点の経路上の注目する位置（以下、注目仮想視点位置）からみた画像の生成に用いる参照画像が決定される。具体的には、以下の式（6）により仮想視点位置の光軸ベクトルCを算出し、算出した光軸ベクトルCと全てのカメラの光軸ベクトルLnの内積Eを以下の式（7）により求めて、内積Eが最大となるカメラnの撮影画像を、参照画像として選択する。

【0031】

【数6】

$$\vec{C} = \begin{pmatrix} x_d - x_v \\ y_d - y_v \\ z_d - z_v \end{pmatrix} \quad \dots \text{式 (6)}$$

【0032】

【数7】

$$E = \left| \vec{C} \cdot \vec{L}_n \right| \quad \dots \text{式 (7)}$$

10

20

【0033】

その後、選択された撮影画像に対応するカメラnの撮影パラメータと被写体近傍におけるボケ量、生成条件設定部305で設定された出力解像度及びボケ量許容値に基づいて、仮想視点位置でズーム可能な焦点距離の限界値f'が、以下の式（8）により求められる。

【0034】

【数8】

$$\frac{bd}{f} \times \frac{\vec{C} \cdot \vec{L}_n}{\left| \vec{C} \cdot \vec{L}_n \right|} = \frac{b'd'}{f'} \times \frac{R_c}{R_d} \quad \dots \text{式 (8)}$$

30

【0035】

上記式（8）において、bは参照画像の被写体近傍におけるボケ量、dは参照画像を撮影したカメラnから仮想注視点までの距離、fは参照画像撮影時の焦点距離、b'はボケ量許容値、d'は仮想視点位置から仮想注視点までの距離、Rcはカメラnの解像度、Rdは出力解像度を示している。また、

【0036】

【数9】

$$\frac{\vec{C} \cdot \vec{L}_n}{\left| \vec{C} \cdot \vec{L}_n \right|}$$

40

【0037】

は参照画像の光軸Lと仮想視点位置の光軸Cが交差する角度のコサインを示している。ここで、仮想カメラのセンササイズは選択された撮影画像に対応するカメラnのセンササイズと同一であるものとする。また、仮想視点位置からみた画像（仮想視点画像）は無限の被写界深度を持ち、被写体に合焦していないことによる画像のボケは発生しない。従って、上記式（8）では入力撮影画像のボケ量が仮想視点画像に与える影響のみを考慮している。仮想視点位置の焦点距離が、算出された限界焦点距離f'より小さい場合、生成される仮想視点画像のボケ量がボケ量許容値以下となり、良好な画像を生成することができる。

50

【0038】

なお、本実施例では、設定された仮想視点に基づき、当該仮想視点の経路上の各位置から仮想注視点までの距離 d' を固定値として上記式(8)に代入することにより限界焦点距離 f' を求めており。しかしながら、事前に仮想視点の焦点距離を決定しておき、接近可能な仮想視点の限界距離 d' を求めてよい。或いは、焦点距離と、仮想視点位置から仮想注視点までの距離との適切な組み合わせを得るために、 f'/d' の値を求めてよい。また、本実施例では、単一の参照画像を選択しているが、選択する参照画像は複数であってもよい。例えば、内積Eの値に基づいて各撮影画像の重みを求め、複数のカメラの撮影画像を参照画像として選択した上で、後述する自由視点映像生成部309で選択した複数の参照画像を用いて画像合成を行う構成であってもよい。この場合の限界焦点距離としては、選択された各撮影画像に基づき求めた複数の限界焦点距離のうち最小の値、或いは当該複数の限界焦点距離に重み付け加算を行った値などを用いればよい。

10

【0039】

カメラワーク設定部307は、自由視点映像生成時のカメラワークを設定する。ここでカメラワークとは、対象タイムフレームにおける自由視点映像の生成に必要な仮想視点、仮想注視点、仮想カメラの焦点距離などのパラメータの集合を意味する。本実施例では、仮想視点設定部302で設定した仮想視点において、限界焦点距離導出部306で導出した限界焦点距離を超えない範囲で焦点距離がスムーズに変移するよう、各仮想視点位置における仮想視点画像生成時の焦点距離が設定される。

20

【0040】

多視点映像取得部308は、カメラ201～210がそれぞれ取得した撮影画像の集合である多視点映像データを取得する。取得した多視点映像データは、自由視点映像生成部309に入力される。

【0041】

自由視点映像生成部309は、カメラワーク設定部307で設定されたカメラワークと、多視点映像取得部308から入力された多視点映像データに基づいて、各仮想視点位置の仮想視点画像を生成し、これを繋ぎ合わせることにより自由視点映像を生成する。自由視点映像の生成には非特許文献2に記載されているView dependent renderingなどが使用可能である。

30

【0042】

上述のような構成の画像処理装置100における自由視点映像生成処理の具体的な流れを説明する前に、本発明の解決課題について、ここで改めて確認しておく。図4(a)は、図2で示したカメラ配置における一部のカメラの光軸を示した図である。図4(a)において、矢印線401はカメラ207、矢印線402はカメラ204の光軸を示している。

【0043】

まず、仮想注視点が被写体221の位置(=実注視点224の近傍)にある場合について説明する。図4(b)は、被写体221の周囲を反時計回りに1周する仮想視点の経路を矢印線403で示した図である。図4(b)において矢印線403上の破線で示す3台のカメラ404～406は、仮想視点の経路上にある任意の位置を示している。ここで、カメラ207の撮影画像の被写体近傍におけるボケ量(Bx_{207}, By_{207})を前述の式(5)を用いて求めるとする。この場合、光軸401上でのカメラ207から実注視点224までの距離とカメラ207から被写体までの距離との差を示す。

40

【0044】

【数10】

$$\left| \frac{\vec{L}_n \cdot \vec{D}_n}{|\vec{L}_n|^2} \vec{L}_n \right|$$

【0045】

の値が小さいので、ボケ量 Bx_{207} 及び By_{207} は共に小さな値になる。同様に、カメラ 204 を含む他のカメラについてボケ量 (Bx_n, By_n) を求めた場合も、各撮影画像のボケ量は小さくなる。これらの撮影画像を用いて自由視点映像を生成した場合、入力撮影画像の被写体近傍におけるボケ量に大きな差がないため、仮想カメラ 404、405、406 の各仮想視点位置において生成された仮想視点画像のボケ量にも大きな差は生じない。このような場合には、仮想視点経路上のどの位置においてもボケ量のはらつきが小さい自由視点映像を生成することができる。

【0046】

次に、仮想注視点が被写体 222 の位置 (= 実注視点 224 からやや離れた位置) にある場合について説明する。図 5 (a) は、被写体 222 の周囲を反時計回りに1周する仮想視点の経路を矢印線 501 で示した図である。図 5 (a) において矢印線 501 上の破線で示す3台のカメラ 502 ~ 504 は、仮想視点の経路上にある任意の仮想カメラ位置を示している。また、図 5 (b) は、図 4 (a) に対応する図であり、両矢印線 511 はカメラ 204 の光軸 402 上での被写体 222 と実注視点 224 との距離、両矢印線 512 はカメラ 207 の光軸 402 上での被写体 222 と実注視点 224 との距離を示している。この場合、カメラ 204 については光軸 402 上での被写体 222 と実注視点 224 との距離が離れているため、被写体近傍のボケ量 (Bx_{204}, By_{204}) は大きな値になる。一方、カメラ 207 については光軸 401 上での被写体 222 と実注視点 224 との距離が近いため、被写体近傍のボケ量 (Bx_{207}, By_{207}) は小さな値になる。また、その他のカメラについても、各光軸上での被写体 222 と実注視点 224 との距離に応じて、被写体近傍のボケ量 (Bx_n, By_n) の値が小さいものと大きいものとが混在する。これらの撮影画像を用いて自由視点映像を生成した場合、仮想視点経路上の各位置における仮想視点画像を同一の焦点距離で生成すると、各位置で生成した仮想視点画像のボケ量に大きな差が生じることになる。図 6 は、被写体 222 について仮想視点経路上の位置 502、503、504 のそれぞれから共通の焦点距離で生成した仮想視点画像のボケ具合を示す図である。位置 503 で生成した仮想視点画像はカメラ 204 の撮像画像を使用するため大きくボケた画像となり、位置 502 及び 504 で生成した仮想視点画像はそれぞれカメラ 201 とカメラ 207 の撮像画像を使用するためボケの小さい画像となる。このようにボケの程度にはらつきのある仮想視点画像を繋ぎ合わせて自由視点映像を生成した場合、視聴者にとって違和感のある映像となってしまう。これが本発明の解決課題である。

【0047】

以上を踏まえ、本実施例に係る自由視点映像生成処理の流れを詳しく説明する。図 7 は、本実施例に係る自由視点映像生成処理の流れを示すフローチャートである。以下に示す一連の処理は、CPU 101 が、HDD 104 等に格納されている所定のプログラムを RAM 102 にロードし、実行することで実現される。

【0048】

ステップ 701 では、撮影パラメータ取得部 303 においてカメラ 201 ~ 210 の撮影パラメータが、多視点映像取得部 308 においてカメラ 201 ~ 210 で撮影された多視点映像データがそれぞれ取得される。

【0049】

ステップ 702 では、自由視点映像を生成するために必要な基礎情報がユーザ入力に基づき設定される。具体的には、仮想注視点設定部 301 では仮想注視点、仮想視点設定部

10

20

30

40

50

302では仮想視点、生成条件設定部305では、生成する自由視点映像の出力解像度、ボケ量許容値、対象タイムフレームなどが設定される。

【0050】

ステップ703では、ボケ量導出部304が、ステップ701で取得された多視点映像について、ステップ702で設定された仮想注視点におけるボケ量を導出する。ここで、具体的なボケ量の導出例を前述の図5の場合を例に説明する。いま、カメラ201～210の注視点を×印224の位置 $(x, y, z) = (0, 0, 1000)$ 、仮想カメラ502～504の仮想注視点を被写体222の位置 $(xd, yd, zd) = (40000, -5000, 1000)$ とする。この場合の仮想カメラの位置 V_m は前述の式(1)で求まり、例えば $r = 10000$ 、 $m = 0$ 度とすると、仮想カメラ503の位置 $V_m = (50000, -5000, 1000)$ となる。そして、ボケ量 (B_{x_n}, B_{y_n}) は前述の式(2)によって求まり、例えばカメラ203と204については以下のようになる。いま、カメラ203が位置 $(45000, 80000, 1000)$ 、カメラ204が位置 $(90000, 15000, 1000)$ にあるとする。この場合、カメラ203及び204の位置から、実際の注視点位置までのベクトル L_{203} 及び L_{204} と仮想の注視点位置までのベクトル D_{203} 及び D_{204} はそれぞれ、

【0051】

【数11】

$$\overrightarrow{L}_{203} = \begin{pmatrix} -45000 \\ -80000 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\overrightarrow{L}_{204} = \begin{pmatrix} -90000 \\ -15000 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\overrightarrow{D}_{203} = \begin{pmatrix} -5000 \\ -85000 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\overrightarrow{D}_{204} = \begin{pmatrix} -50000 \\ -20000 \\ 0 \end{pmatrix}$$

【0052】

となる。そして、撮像素子上での1画素の大きさ $(P_{x_n}, P_{y_n}) = (5\mu m, 5\mu m)$ とし、焦点距離 $f = 100mm$ 、F値 = 4とすると、カメラ203及び204で撮像した画像における横方向のボケ量 $B_{x_{203}}$ 及び $B_{x_{204}}$ はそれぞれ、

$$B_{x_{203}} = 45.76 / 8.45 = 5.41\text{pix}$$

$$B_{x_{204}} = 63.29 / 5.1003 = 12.41\text{pix}$$

となる。このようにして、縦方向のボケ量 $B_{y_{203}}$ 及び $B_{y_{204}}$ についても、また他のカメラの撮影画像についても、同様に、仮想注視点位置 $(xd, yd, zd) = (40000, -5000, 1000)$ におけるボケ量が求められることになる。

【0053】

ステップ704では、限界焦点距離導出部306において、ステップ702で設定された仮想視点の経路上における注目する位置(以下、仮想視点位置)における限界焦点距離が前述の式(8)を用いて求められる。例えば、仮想視点位置と仮想注視点とが図5のような位置関係にある場合には、選択された参照画像における位置 $(xd, yd, zd) = (40000, -5000, 1000)$ のボケ量を b として、前述の式(8)に代入すればよい。この例の場合、カメラ203の近くの仮想視点画像を生成するときよりも、カメラ204の近くの仮想視点画像を生成するときの方が、限界焦点距離は短くなる(すなわち、ズーム可能な範囲が狭く、より広角になる)。

【0054】

ステップ705では、ステップ702で設定された仮想視点の経路上のすべての位置に

10

20

30

40

50

について(= 設定された対象タイムフレームの全範囲について)、限界焦点距離の導出が終了したかどうかが判定される。仮想視点経路上のすべての位置についての処理が完了していれば、ステップ 707 に進む。一方、未処理の仮想視点位置があればステップ 706 に進み、仮想視点位置が更新されてステップ 704 の処理が繰り返される。

【0055】

ステップ 707 では、カメラワーク設定部 307において、ステップ 702 で設定された仮想視点とステップ 705 で導出された各仮想視点位置における限界焦点距離とに基づいて、対象タイムフレームにおける自由視点映像のカメラワークを設定する。この際、カメラワークの設定基準を予め定めておき、その設定基準に従ったカメラワークに自動で決定される。設定基準としては、例えば各仮想視点画像の焦点距離を、各仮想視点位置の限界焦点距離における限界値にする、或いは全仮想視点位置の全限界焦点距離の中から最も焦点距離が短いものにする、といったことが考えられる。10

【0056】

ステップ 708 では、自由視点映像生成部 309において、ステップ 707 で決定されたカメラワークとステップ 701 で取得した多視点映像データに基づいて、自由視点映像が生成される。なお、設定された対象タイムフレームが例えば 10sec で、多視点映像データが 60fps で撮影されている場合には、 $60(\text{fps}) \times 10(\text{sec}) = 600$ フレーム分について、上記の処理がなされることになる。また、対象タイムフレーム内で仮想視点に加え仮想注視点も変移する場合には、ステップ 706 において仮想注視点の更新も行った上でステップ 703 まで戻り、ボケ量の導出から繰り返し行なうようにすればよい。20

【0057】

以上が、本実施例に係る自由視点映像生成処理の内容である。図 8 の (a) 及び (b) は、いずれも本実施例を適用して得られる仮想視点画像の一例を示している。図 8 (a) の例では、参照画像のボケ量が小さく限界焦点距離の長い仮想視点位置(仮想カメラ 502 及び 504)については焦点距離を大きく取り、被写体 222 を相対的に大きく映した仮想視点画像を生成している。また、参照画像のボケ量が大きく限界焦点距離の短い仮想視点位置(仮想カメラ 503)については焦点距離を小さく取り、被写体 222 を相対的に小さく映した仮想視点画像を生成し、ボケ量が許容範囲内となるようにしている。このように実際の注視点と仮想注視点との位置関係に基づいて各参照画像の焦点距離を調節したカメラワークとすることで、自由視点映像内で許容値を超えたボケが発生することを抑制できる。また、図 8 (b) の例では、各仮想視点位置における焦点距離を限界焦点距離の短い仮想視点位置(仮想カメラ 503)に合わせて小さく取り、どの仮想視点画像においても被写体 222 を小さく映している。このようなカメラワークとすることで、すべての仮想視点画像においてボケ量が許容値を超えることを防ぎつつ、これらを繋ぎ合せて生成される自由視点映像において被写体の大きさが大きく変動することによる違和感も抑制することができる。図 8 (a) と (b) のいずれの場合も、各仮想視点位置について、限界焦点距離より小さい焦点距離を用いて仮想視点画像が生成されるため、出来上がった自由視点映像においてはユーザに違和感を与えるようなボケの発生が抑制される。30

【0058】

なお、上述の例では、多視点映像データを処理の前段で取得していたが、例えばカメラワークの決定後にタイムフレーム分の多視点映像データを取得する構成でもよい。このように処理の後段で多視点映像データを取得する場合、例えば考えられる全ての被写体位置(仮想注視点位置)のケースについて予めカメラワークを求めておいてもよい。そして、自由視点映像生成時にユーザが指定した被写体位置について、予め求めておいたカメラワークの中から該当するものを用いて自由視点映像を生成するように構成することも可能である。40

【0059】

以上のとおり本実施例によれば、複数の視点から撮影された多視点映像データから自由視点映像を生成する場合において、ユーザに違和感を与えるようなボケの発生を抑制することができる。50

【実施例 2】**【0060】**

実施例 1 では、仮想視点画像のボケ量が許容範囲内に収まる限界焦点距離を求め、当該限界焦点距離に基づいてカメラワークを決定する態様について説明した。次に、仮想カメラの焦点距離を固定し、GUI（グラフィカルユーザインターフェース）を用いて好適なカメラワークをユーザが選択する態様を、実施例 2 として説明する。

【0061】

なお、実施例 1 と共に通する画像処理装置の基本構成（図 1）やカメラ配置（図 2）については説明を省略し、以下では差異点を中心に説明を行うものとする。

【0062】

図 9 は、本実施例に係る画像処理装置 100' の機能ブロック図である。画像処理装置 100' は、新たに、GUI 制御部 901、始点・終点設定部 902、限界距離導出部 903、仮想視点候補生成部 904 を備える。仮想注視点設定部 301、仮想始点設定部 302、撮影パラメータ取得部 303、ボケ量導出部 304、生成条件設定部 305、多視点映像取得部 308、自由視点映像生成部 309 は、入出力の情報に一部違いがあるものの基本的に実施例 1 と共に通である。実施例 1 には存在しない各部の概要は以下のとおりである。

【0063】

GUI 制御部 901 は、GUI の制御、具体的には、カメラワークに関する各種項目の指定・選択といったユーザ操作を受け付け可能な UI 画面を生成して表示操作部 110 に表示し、当該 UI 画面を介してユーザからの指示を取得して、各部に分配する処理を行う。

【0064】

始点・終点設定部 902 は、UI 画面を介して入力されたユーザ指示に基づき、仮想視点の始点と終点の位置、より詳細には、仮想注視点から見た仮想視点の始点となる方位と終点となる方位を設定する。

【0065】

限界距離導出部 903 は、仮想視点の各位置から仮想注視点に対してどこまで接近可能なのかを表す限界距離（ズーム限界値）を、仮想注視点から見た各方位について導出する。

【0066】

仮想視点候補生成部 904 は、ユーザに選択させるための仮想視点候補、具体的には、限界距離導出部 903 で導出した限界距離の内側に入り込まないという条件の下で仮想カメラの軌跡（仮想視点の経路）の候補を複数生成する。

【0067】

図 10 は、本実施例に係る自由視点映像生成処理の流れを示すフローチャートである。なお、以下のフローでも、説明の簡単化のため仮想注視点は固定とする。

【0068】

ステップ 1001 では、GUI 制御部 901 によって、ユーザがカメラワーク設定を行うための UI 画面が表示操作部 110 に表示される。図 11 は、カメラワーク設定用の UI 画面の一例を示す図である。UI 画面 1100 内の左側の矩形領域 1101 は、仮想注視点の位置の指定、仮想視点の始点と終点の指定、複数の仮想視点候補の中からの選択等を行うためのカメラワーク設定領域である。UI 画面 1100 におけるカメラワーク設定領域 1101 は、被撮影領域としてのフィールド 220（図 2 を参照）を包含する一定範囲を上から見た xy 平面上の矩形領域として表示されている。カメラワーク設定領域 1101 には、ユーザに被写体の位置を直観的に理解させるため、カメラ 201 ~ 210 が取得した撮影画像を平面上に投影し合成したものが表示されている。さらに、例えば撮影シーンがサッカーの試合であれば、既知であるゴールポストの位置、センターライン、ペナルティエリア等の情報を合成表示或いは撮影画像の代替として表示してよい。また、UI 画面 1100 内の右側の矩形領域 1102 は、自由視点映像生成に必要な各種パラメータを指定するための生成条件設定領域である。生成条件設定領域 1102 には、仮想カメラの焦点距離 f'

10

20

30

40

50

、出力解像度Rd、仮想視点の経路の種類、許容ボケ量 b' の各項目について、予め用意された選択肢からユーザが所望の内容を指定可能なプルダウンメニューが設けられている。ここでは仮想カメラの移動の軌跡を円や橙円といった曲線であることを前提としているので、仮想視点経路の種類は時計回りと反時計回りとなっている。また許容ボケ量は、ユーザが数値を直観的に判断することが難しいため、例えば「大」「標準」「小」の3段階で選択肢を表示してユーザに選択させ、生成条件設定部305においてユーザ選択に対応した具体的な数値を割り当てる方式としている。なお、項目や項目内の内容は必要に応じて削除・追加してもよいし、プルダウンメニューに代えてスライドバーやラジオボタンを設けてもよい。「仮想注視点設定」ボタン1110は仮想注視点を、「始点・終点設定」ボタン1120は仮想視点の始点と終点をそれぞれ設定するためのボタンである。これらを押下するとカメラワーク設定領域1101内の位置指定が可能な状態になり、ユーザは例えばマウス等を用いて仮想注視点或いは仮想視点の始点と終点を指定する。「OK」ボタン1130及び「キャンセル」ボタン1140は、指定・選択した内容をユーザが確定させたり取り消したりするためのボタンである。

【0069】

そして、カメラワーク設定領域1101内の任意の点（位置）が仮想注視点としてユーザによって指定されると、ステップ1002で、GUI制御部901はその情報を仮想注視点設定部301へ送る。受け取った情報に基づき、仮想注視点設定部301は仮想注視点の位置を設定する。ここでは、図2における被写体222の位置が仮想注視点の位置1103として設定されたものとする。また、生成条件についても同様に、GUI制御部901から受け取ったユーザ選択の情報に基づき、生成条件設定部302によって、仮想カメラの焦点距離 f' 、出力解像度Rd、仮想視点の種類、許容ボケ量 b' の各項目の内容が設定される。

【0070】

ステップ1003では、撮影パラメータ取得部303においてカメラ201～210の撮影パラメータが、多視点映像取得部308においてカメラ201～210で撮影された多視点映像データがそれぞれ取得される。

【0071】

ステップ1004では、ボケ量導出部304において、ステップ1003で取得した撮影パラメータに基づき、ステップ1003で取得した多視点映像データの、ステップ1002で設定された仮想注視点におけるボケ量が導出される。

【0072】

ステップ1005では、限界距離導出部903において、ステップ1002で設定された仮想注視点からみたxy平面上の各方位について、仮想視点が接近可能な限界距離が導出される。この限界距離は、生成対象の自由視点映像におけるボケ量が、ステップ1002で設定された許容ボケ量を超えることがないよう、その限度内で導出される。具体的には、設定された仮想注視点からみた各方位について、まず前述の式(6)及び式(7)を用いて参照画像の選択を行い、続いて前述の式(8)を用いて限界距離 d' を求める。すなわち、実施例1では仮想視点位置から仮想注視点までの距離 d' を固定値として仮想視点位置（仮想カメラ）の限界焦点距離を求めたが、本実施例では仮想カメラの焦点距離 f' を固定値として仮想カメラが接近可能な限界距離 d' を求めるものである。仮想注視点からみた各方位について導出された限界距離 d' の情報はGUI制御部901に送られる。そして、GUI制御部901は、方位毎の限界距離値を仮想注視点位置1103を中心にプロットして图形化し、カメラワーク設定領域1101内に表示する。図11において、カメラワーク設定領域1101内に点線で示された橙円1104が、图形化された限界距離を示している。图形化された限界距離の内側を「接近不可領域」と呼ぶこととする。図11の例では、仮想注視点1103は実注視点224からx方向にずれているため、導出される限界距離はx方向で長くなり、y方向で短くなる。そのため、十分に細かい刻み幅で各方位の限界距離を求めた場合、图形化後の形状はx方向に長い橙円となる。なお、各方位の限界距離をユーザが把握できればよいので、例えば点線に代えて限界距離の範囲内を異なる

10

20

30

40

50

色にするといったことで表現してもよい。

【0073】

続いて、ユーザが「始点・終点設定」ボタン1120を押下すると、カメラワーク設定領域1101内に仮想視点の経路の始点と終点を設定するための設定バーが表示される。図12は、カメラワーク設定領域1101内に、始点設定バー1201と終点設定バー1202が表示された状態を示している。始点設定バー1201及び終点設定バー1202は、仮想注視点1103を一端とした線分であり、ユーザは例えばドラッグ操作によって始点設定バー1201及び終点設定バー1202を、仮想注視点1103を中心軸として任意の位置へ回転させることができる。ユーザが、これら設定バーを操作して始点と終点を指定し、「OK」ボタン1130を押下すると、当該指定された位置（方位）が、始点・終点設定部902によって、仮想視点経路の始点と終点として設定される（ステップ1006）。図11の例では、生成条件設定領域1102で仮想視点の種類として「反時計回り」が選択されているため、指定した始点の方位から終点の方位までの間を反時計回りに軌跡を描く仮想視点候補が次のステップで生成されることになる。
10

【0074】

続くステップ1007では、ステップ1006で設定された始点と終点に基づき、上述の接近不可領域に入り込まないような経路の仮想視点候補が仮想視点候補生成部904によって、複数生成される。生成された仮想視点候補の情報はGUI制御部901に送られ、カメラワーク設定領域1101に表示される。図13及び図14は、仮想視点候補の一例を示す図である。図13に示す矢印1301は、設定された始点から終点までの間の全方位について限界距離まで仮想カメラが接近するような経路の仮想視点候補、矢印1302は限界距離から一定の間隔を取った、矢印1301と平行な軌跡を描く仮想視点候補をそれぞれ示している。また、図14に示す矢印1401は、設定された始点から終点までの間の全方位について仮想視点と仮想注視点との距離が一定であって可能な限りその距離を小さくした仮想視点候補、矢印1402は矢印1401よりもその距離を大きく取った場合の仮想視点候補をそれぞれ示している。なお、図13及び図14で示した仮想視点候補は一例であり、例えばこれらの中間の軌跡など、様々な仮想視点候補が考えられる。そこで、生成した仮想視点候補に基づき、例えば矢印1301と矢印1402、或いは矢印1401と1302の中間の軌跡を適当な係数で合成した仮想視点候補をさらに生成して表示するようにしてもよい。
20
30

【0075】

カメラワーク設定領域1101に表示された複数の仮想視点候補の中からユーザがマウス等を用いて任意の仮想視点候補を選択すると、GUI制御部901を介してその情報が仮想視点設定部302に送られる。仮想視点設定部302は、ユーザ選択に係る仮想視点候補を、自由視点映像生成に用いる仮想視点として設定する（ステップ1008）。設定された仮想視点の情報はカメラワーク設定部307に送られる。

【0076】

ステップ1009では、カメラワーク設定部307において、ステップ1008で設定された仮想視点に基づいてカメラワークを設定する。そして、ステップ1010で、自由視点映像生成部309によって、ステップ1008で設定されたカメラワークとステップ1002で取得した多視点映像データに基づいて、自由視点映像が生成される。
40

【0077】

以上が、本実施例に係る自由視点映像生成処理の内容である。なお、上述のステップ1005～1007の処理中にユーザが生成条件設定領域1102において、生成条件を変更した場合は、処理をステップ1004に戻し、仮想注視点におけるボケ量の抽出処理をやり直すことが望ましい。また、ステップ1007においてユーザが仮想視点の種類を変更（例えば、反時計回りを時計周りに変更）した場合は、当該変更後の内容に従った仮想視点候補を生成してもよいし、或いは始点設定バー1201と終点設定バー1202の役割を入れ替えて逆向きの仮想視点候補を生成するようにしてもよい。

【0078】

以上のとおり本実施例によっても、実施例 1 と同様、多視点映像データから自由視点映像を生成する場合において、ユーザに違和感を与えるようなボケの発生を抑制することができる。また、本実施例の場合はユーザの負担を軽減しつつ、自由度の高いカメラワークの設定が可能となる。

【 0 0 7 9 】

先の実施例では、仮想視点の経路として円（橒円を含む）或いはその一部を用いたが、仮想視点の経路はこれに限定されない。例えば、実施例 1 においても視点・終点設定部を別途設け、ユーザが指定した始点と終点とを結ぶ直線経路の仮想視点を設定し、当該直線経路上の各位置における限界焦点距離を導出してカメラワークを設定するようにもよい。或いは実施例 2 において、UI 画面 1100 内の生成条件設定領域 1102 で「仮想視点経路」の種類として“直線”を選択可能にし、ユーザがその始点と終点を指定することで、当該始点と終点とを結ぶ直線経路の仮想視点が設定されるように構成してもよい。この際、指定された始点と終点とを結ぶ直線と接近不可領域とが交差する場合に警告を出したり、或いは、接近不可領域と交差しないよう変形させた直線を仮想視点候補としてユーザに提示するように構成してもよい。

10

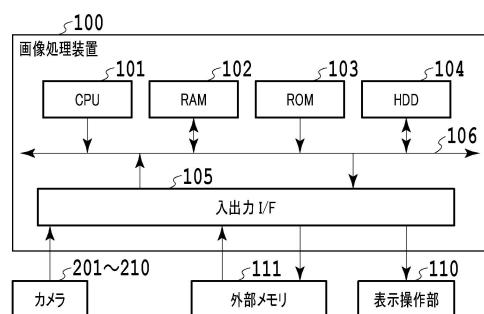
【 0 0 8 0 】

< その他の実施例 >

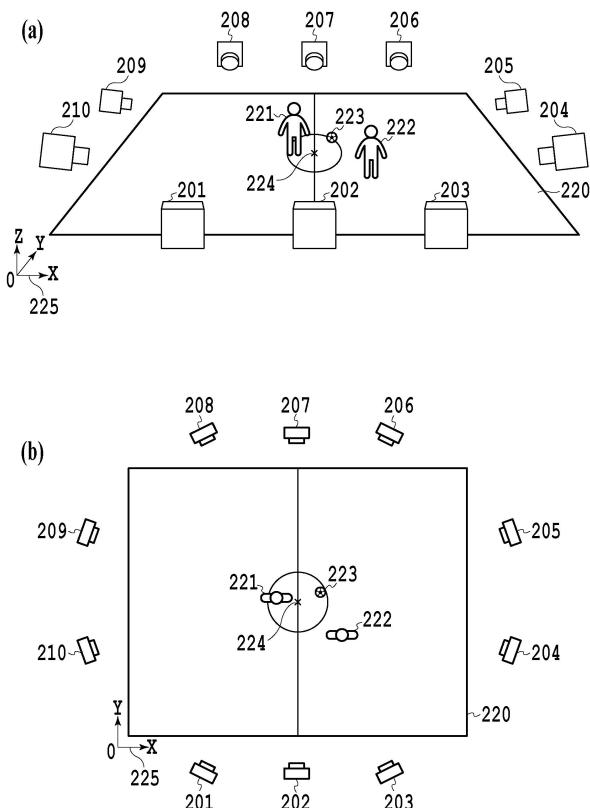
本発明は、上述の実施形態の 1 以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける 1 つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1 以上の機能を実現する回路（例えば、A S I C）によっても実現可能である。

20

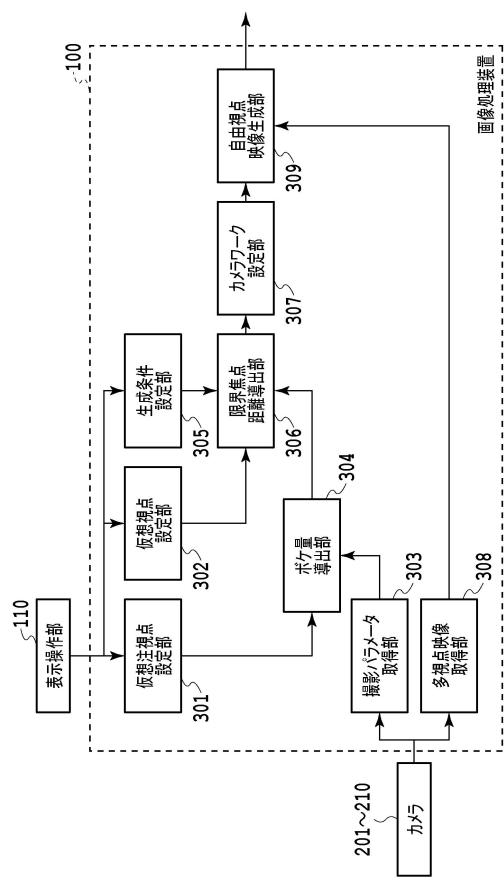
【 図 1 】



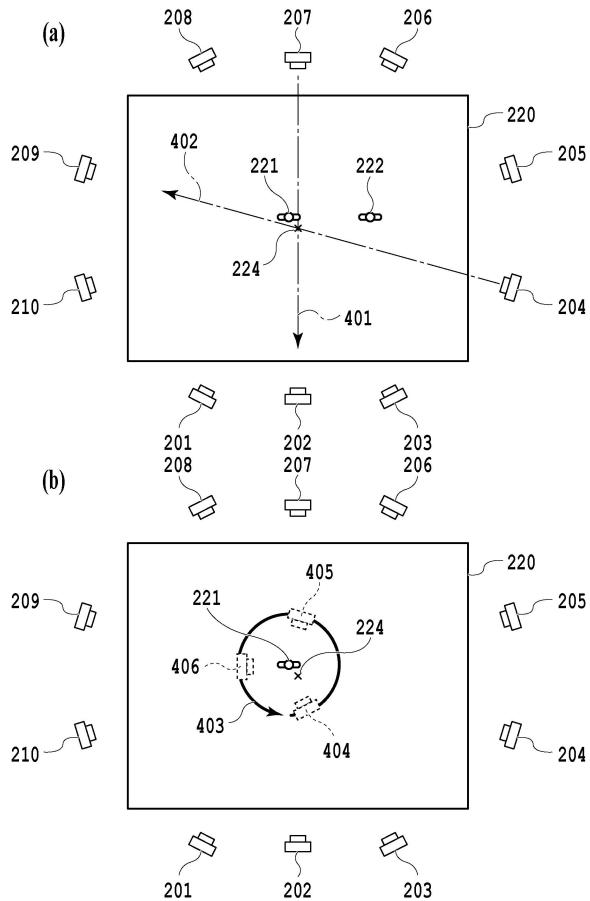
【 図 2 】



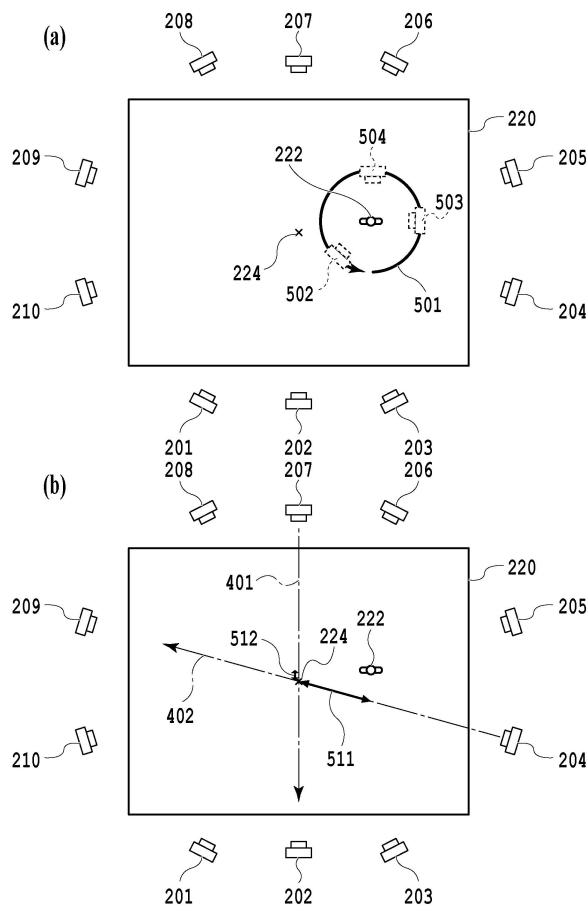
【図3】



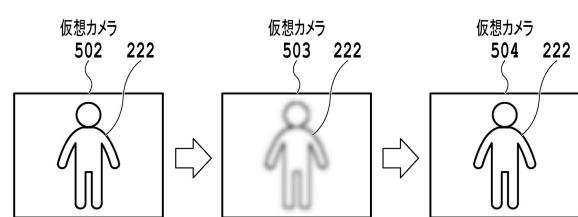
【図4】



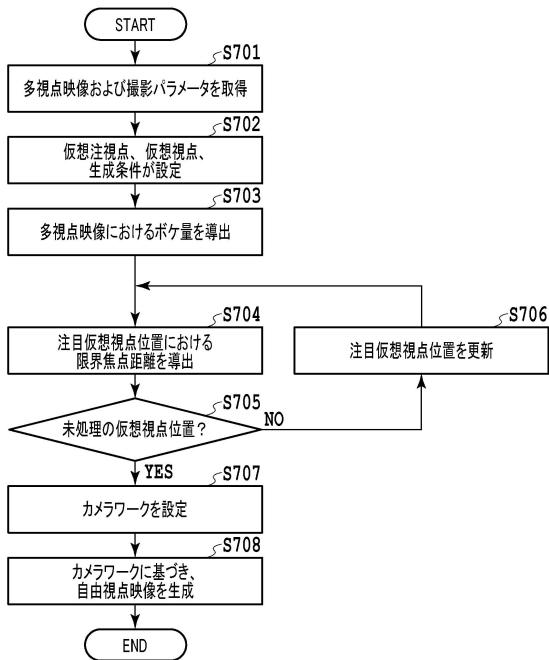
【図5】



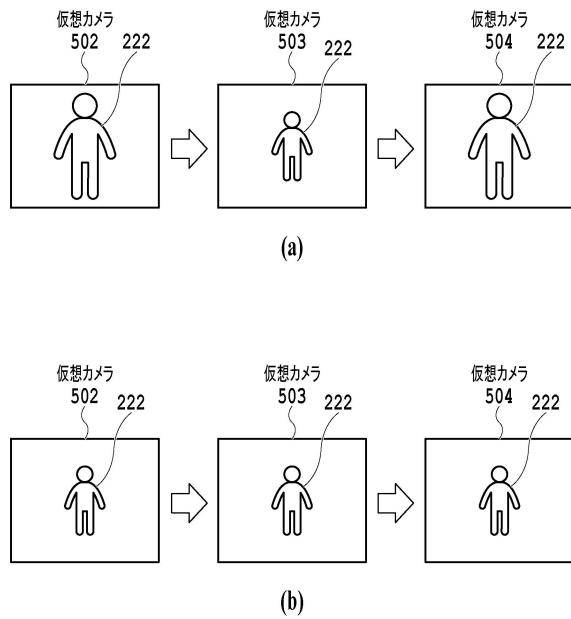
【図6】



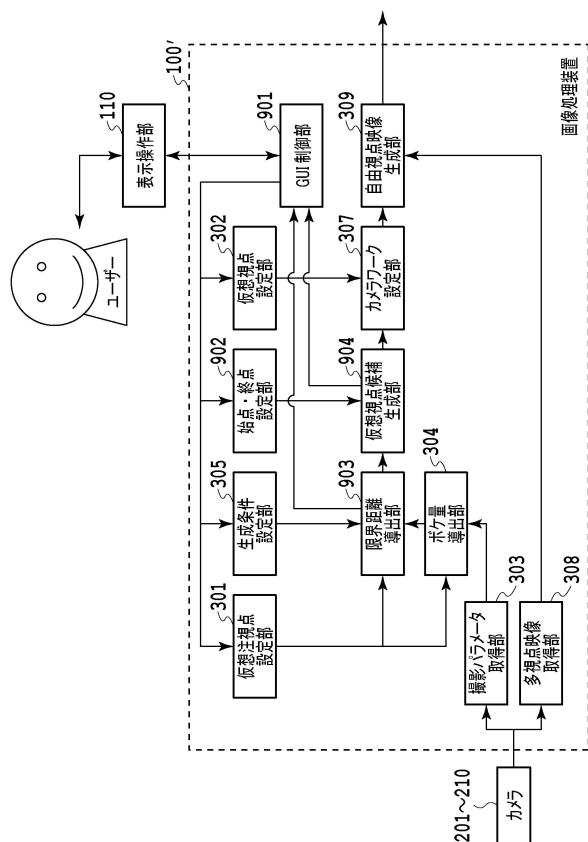
【図7】



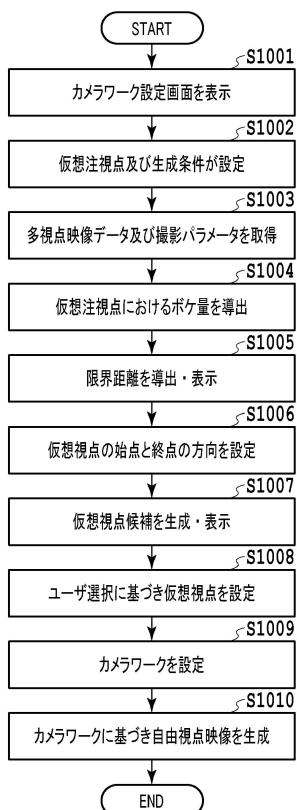
【図8】



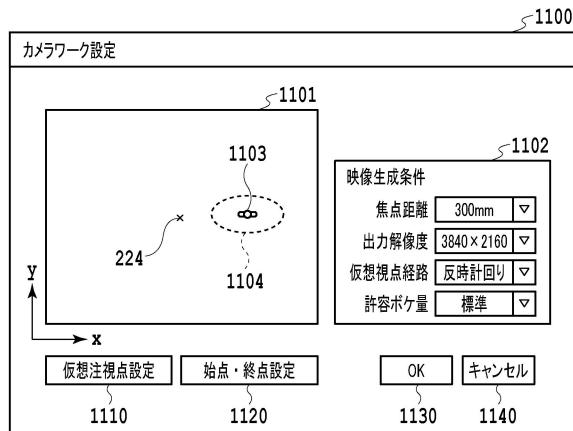
【図9】



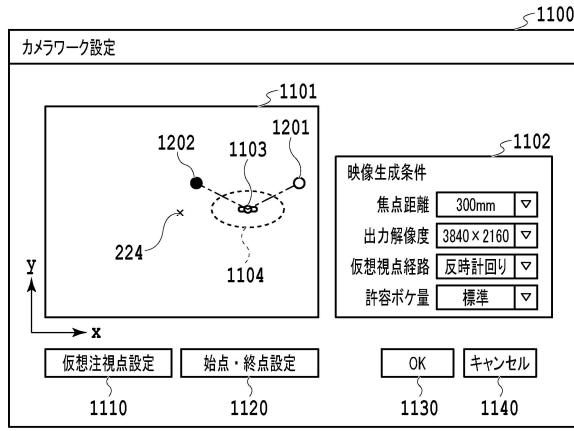
【図10】



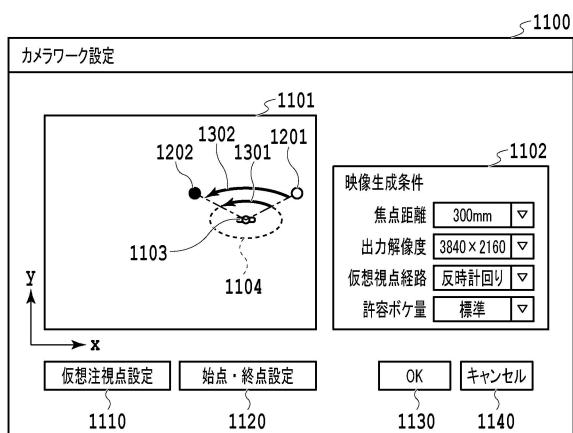
【図11】



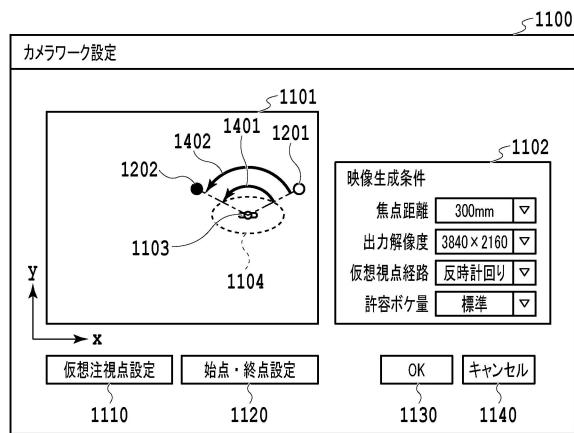
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表2016-502171(JP,A)
米国特許第9007379(US,B1)
米国特許出願公開第2015/0145891(US,A1)
特開2004-310777(JP,A)
米国特許出願公開第2003/0076413(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 06 T 15 / 20