

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-134775

(P2017-134775A)

(43) 公開日 平成29年8月3日(2017.8.3)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
G06T 3/60	(2006.01)	G06T 3/60		5B057
G06T 5/50	(2006.01)	G06T 5/50		

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2016-16372 (P2016-16372)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成28年1月29日 (2016.1.29)		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	100126240
			弁理士 阿部 琢磨
		(74) 代理人	100124442
			弁理士 黒岩 創吾
		(72) 発明者	降旗 久義
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
			ノン株式会社内
		Fターム(参考)	5B057 BA02 CA12 CA16 CB12 CB16
			CD03 CE08 DA20 DB02 DC08

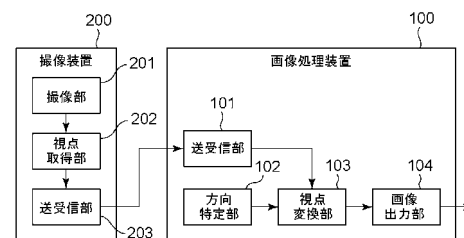
(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】 視点を示す情報に基づく画像を出力する場合に、出力される画像の見やすさを向上させる。

【解決手段】 画像処理装置100の送受信部101は、視点を示す視点情報を取得し、視点変換部103は、前記視点情報に基づく傾きを補正するための処理を行い、画像出力部104は、送受信部101が取得した視点情報とに基づいて特定視点画像を生成し出力する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

視点を示す視点情報を取得する取得手段と、

前記取得手段が取得した視点情報に基づいて特定視点画像を生成する生成手段であって、前記視点情報に基づく傾きを補正するための処理を行って前記特定視点画像を生成する生成手段と、

前記生成手段が生成した前記特定視点画像を出力する出力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】

前記生成手段による前記傾きを補正するための処理は、前記特定視点画像の目標方向に前記特定視点画像の画像内における基準方向を近づける処理であることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

10

【請求項 3】

前記目標方向は前記特定視点画像の下方向であり、前記基準方向は前記特定視点画像の画像内における重力方向であることを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記第 1 取得手段が取得した視点情報から視線の方向を特定する特定手段を有し、

前記生成手段は、前記基準方向と前記特定手段が特定した視線の方向との関係に応じた程度で前記傾きを補正するための処理を行って前記特定視点画像を生成することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の画像処理装置。

20

【請求項 5】

前記特定手段は、前記第 1 取得手段が取得した視点情報から視線を軸とする回転角を特定し、

前記生成手段は、前記基準方向に対応するベクトルと前記特定手段が特定した視線の方向に対応するベクトルとが成す角の大きさが所定の範囲内である場合に、前記角の大きさが前記所定の範囲外である場合よりも、前記回転角に基づく前記傾きをより大きく補正するための処理を行って前記特定視点画像を生成することを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記生成手段は、前記第 1 取得手段が取得した視点情報に含まれる前記傾きに関する情報を補正する変換処理を行い、当該変換処理が行われた視点情報に基づいて前記特定視点画像を生成することを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

30

【請求項 7】

前記生成手段は、前記第 1 取得手段が取得した視点情報に基づく第 1 の特定視点画像を生成し、前記第 1 の特定視点画像を回転させる処理を行って前記傾きが前記第 1 の特定視点画像よりも補正された第 2 の特定視点画像を生成し、

前記出力手段は、前記生成手段が生成した前記第 2 の特定視点画像を出力することを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記第 1 取得手段は、視点の位置、視線の方向、及び視線を軸とする回転角を示す前記視点情報として、視点を指定するためにユーザーにより操作される機器の位置情報及び姿勢情報を取得することを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

40

【請求項 9】

前記第 1 取得手段は、マーカーが撮像された撮像画像に基づいて前記視点情報を取得し、

前記視点情報に基づく前記傾きは、前記撮像画像内におけるマーカーの傾きに基づいて定まることを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

複数の方向から撮像された複数の撮像画像を取得する第 2 取得手段を有し、

前記生成手段は、前記取得手段が取得した視点情報と前記第 2 取得手段が取得した撮像

50

画像とに基づいて前記特定視点画像を生成することを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 1 1】

視点を示す視点情報を取得する第 1 取得工程と、

前記第 1 取得工程において取得された視点情報に基づいて特定視点画像を生成する生成工程であって、前記視点情報に基づく傾きを補正するための処理を行って前記特定視点画像を生成する生成工程と、

前記生成工程において生成された特定視点画像を出力する出力工程とを有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 1 2】

前記生成工程における前記傾きを補正するための処理は、前記特定視点画像の目標方向に前記特定視点画像の画像内における基準方向を近づける処理であることを特徴とする請求項 1 1 に記載の画像処理方法。

【請求項 1 3】

コンピュータを、請求項 1 乃至 1 0 の何れか 1 項に記載の画像処理装置として動作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、視点を示す情報に基づいて画像を生成する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、視点を示す情報に基づいて画像を生成する技術が知られている。例えば、複数の方向から撮像された複数の撮像画像を合成することで、空間中に仮想的に配置されるカメラ（以下、仮想カメラ）による撮像画像を生成する、自由視点画像の技術がある。ユーザーは仮想カメラの位置及び姿勢を任意に指定可能であり、指定された仮想カメラの位置及び姿勢は自由視点画像における視点を示す情報となる。すなわち、仮想カメラによる撮像画像は任意の視点からの見えを表す画像となる。

【0003】

視点を示す情報の取得方法として、ユーザーにより物理的に操作される機器の位置及び姿勢を算出する方法がある。算出された機器の位置及び姿勢は、例えば上記の仮想カメラの位置及び姿勢のような、視点を示す情報として用いることができる。特許文献 1 では、ユーザーにより操作される携帯端末が、2 次元マーカーを含む領域を撮像し、マーカーに対する携帯端末の相対位置及び相対姿勢を撮像画像に基づいて算出する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2 0 1 3 - 6 1 8 7 0 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、視点を示す情報に基づく画像を出力する場合に、出力される画像の見やすさが低下する場合がある。例えば、特許文献 1 に記載の技術により算出される携帯端末の位置及び姿勢に基づいて視点を特定し、特定された視点からの見えを表す画像を生成して出力する場合を考える。この場合に、ユーザーが所望の視点を指定するために携帯端末を物理的に操作してその位置と姿勢を制御しようとしても、例えば手ぶれ等が発生することにより、意図どおりに正確に操作することは難しい。そのため、出力される画像に意図しない傾きが生じてしまうことがあると考えられる。

【0006】

10

20

30

40

50

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、視点を示す情報に基づく画像を出力する場合に、出力される画像の見やすさを向上させるための技術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】

【０００７】

上記課題を解決するため、本発明の画像処理装置は、例えば以下の構成を備える。即ち、視点を示す視点情報を取得する第１取得手段と、前記第１取得手段が取得した視点情報に基づいて特定視点画像を生成する生成手段であって、前記視点情報に基づく傾きを補正するための処理を行って前記特定視点画像を生成する生成手段と、前記生成手段が生成した前記特定視点画像を出力する出力手段とを有する。

10

【発明の効果】

【０００８】

本発明によれば、視点を示す情報に基づく画像を出力する場合に、出力される画像の見やすさを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】実施形態に係る画像処理システムの構成を示すブロック図である。

【図２】実施形態に係る画像処理装置１００のハードウェア構成を示すブロック図である。

。

【図３】画像処理装置１００の動作を説明するためのフローチャートである。

20

【図４】視点情報の取得方法を説明するための図である。

【図５】視点情報の変換方法を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

以下、図面を参照して、本発明をその実施形態に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る本発明を限定するものではなく、また、以下の実施形態で説明する特徴の組み合わせの全てが本発明に必須のものとは限らない。

【００１１】

〔システム構成〕

図１は、本実施形態に係る画像処理システムの構成を示すブロック図である。図１に示すように、画像処理システムは相互に通信可能な画像処理装置１００及び撮像装置２００を備える。なお、本実施形態では画像処理装置１００と撮像装置２００が別々のデバイスとして構成されている場合を中心に説明するが、画像処理装置１００と撮像装置２００が一体となって構成されていてもよい。

30

【００１２】

撮像装置２００は、撮像画像に基づいて視点情報を取得し、画像処理装置１００に送信する。本実施形態における視点情報は、画像処理装置１００によって生成される画像の視点を示す情報であり、例えば自由視点画像における視点の位置、視線の方向、視線を軸とする回転角などを示す情報である。画像処理装置１００は、撮像装置２００から受信した視点情報に基づく画像を出力する。なお、本実施形態における撮像装置２００は、取得した視点情報を画像処理装置１００に逐次送信する。ただしこれに限らず、撮像装置２００は、一定期間にわたって取得した視点情報を記憶しておき、それらの視点情報をまとめて画像処理装置１００に送信してもよい。画像処理装置１００が出力する画像は動画であってもよいし、静止画であってもよい。また、撮像装置２００から送信される視点情報に視点の位置に関する情報及び視線の方向に関する情報の少なくとも何れかが含まれず、画像処理装置１００が予め設定された値をそれらの情報として代用するモードを有していてもよい。画像処理装置１００の具体例はパーソナルコンピュータやスマートデバイスなどであり、撮像装置２００の具体例はスマートデバイスやデジタルカメラなどである。

40

【００１３】

画像処理装置１００は、送受信部１０１、方向特定部１０２、視点変換部１０３及び画

50

像出力部 104 を備える。送受信部 101 は、撮像装置 200 から送信された視点情報を受信する。方向特定部 102 は、視点情報の基準となる座標系における基準方向を特定する。視点変換部 103 は、送受信部 101 が受信した視点情報を、方向特定部 102 が特定した基準方向に基づいて変換する。そして画像出力部 104 は、視点変換部 103 が変換した視点情報に基づく画像を生成して出力する。画像の出力先については限定しないが、画像出力部 104 は例えば液晶ディスプレイやプロジェクタ等の表示装置に画像を出力する。

【0014】

方向特定部 102 が特定する基準方向は、画像出力部 104 が画像を生成する際に基準とする方向である。例えば、画像出力部 104 は自由視点画像の技術を用いて、視点情報の基準となる座標系に基づく仮想空間に、基準方向とオブジェクトに定められた鉛直下方向（重力方向）とが一致するようにオブジェクトを配置する。そして画像出力部 104 は、視点情報により特定される視点からそのオブジェクトを見た見えを表す画像を生成する。視点変換部 103 が視点情報を変換することにより、画像出力部 104 により生成される画像は、傾きが補正された画像、例えば画像の下方向（図 5 の例では画像 410 の y 方向）と画像内における重力方向とが一致した画像となる。

10

【0015】

なお本実施形態では、画像出力部 104 が、複数の方向から撮像された複数の撮像画像に基づく 3D モデルを上記のオブジェクトとして、画像を生成する場合を中心に説明する。ただしこれに限らず、上記のオブジェクトは、例えば撮像画像を用いずに CG (Computer Graphics) によって生成されたモデルであってもよい。

20

【0016】

撮像装置 200 は、撮像部 201、視点取得部 202 及び送受信部 203 を備える。撮像部 201 は画像を撮像し、視点取得部 202 は、撮像部 201 が撮像した画像に基づいて視点情報を取得する。送受信部 203 は、視点取得部 202 が取得した視点情報を画像処理装置 100 に送信する。

【0017】

次に、図 2 を用いて画像処理装置 100 のハードウェア構成について説明する。画像処理装置 100 は、CPU 301、ROM 302、RAM 303、補助記憶装置 304、操作部 305、I/F (インターフェース) 306 及びバス 307 を備える。

30

【0018】

CPU 301 は、ROM 302 や RAM 303 に格納されているコンピュータプログラムやデータを用いて画像処理装置 100 全体の制御を行う。即ち、CPU 301 は、図 1 に示した画像処理装置 100 の各構成要素として機能する。ROM 302 は、変更を必要としないプログラムやパラメータを格納する。RAM 303 は、補助記憶装置 304 から供給されるプログラムやデータ、及び I/F 306 を介して外部から取得されたデータなどを一時的に記憶する。補助記憶装置 304 は、例えばハードディスクドライブ装置等で構成され、静止画や動画などのコンテンツデータを記憶する。

【0019】

操作部 305 は、例えばキーボードやマウス等で構成され、ユーザーによる操作を受けて各種の指示を CPU 301 に入力する。I/F 306 には、LAN やインターネット等のネットワーク、投影装置や表示装置等の他の機器を接続することができ、画像処理装置 100 は I/F 306 を介して様々な情報を取得したり送出したりすることができる。バス 307 は、上述の各部を繋いで情報を伝達する。

40

【0020】

なお、本実施形態では操作部 305 が画像処理装置 100 の内部に存在するが、操作部 305 が画像処理装置 100 の外部に別の装置として存在していてもよい。この場合、CPU 301 が、操作部 305 を制御する操作制御部として動作する。なお、画像処理装置 100 は CPU 301 を用いたソフトウェア処理の代替としてハードウェアによる処理を行ってもよく、この場合には画像処理装置 100 は図 1 の各構成要素に対応する演算部

50

や回路を備える。

【 0 0 2 1 】

[画像処理装置 1 0 0 の処理フロー]

次に、画像処理装置 1 0 0 の処理フローについて説明する。図 3 は、画像処理装置 1 0 0 の動作を説明するためのフローチャートである。図 3 の処理は、画像処理装置 1 0 0 と撮像装置 2 0 0 との間で通信を行うための接続が確立されたタイミングで開始される。ただし、図 3 の処理の開始タイミングは上記タイミングに限定されない。図 3 の処理は、C P U 3 0 1 が R O M 3 0 2 に格納されたプログラムを R A M 3 0 3 に展開して実行することで実現される。

【 0 0 2 2 】

S 4 0 1 では、画像処理装置 1 0 0 の送受信部 1 0 1 が、撮像装置 2 0 0 から送信された視点情報を受信して取得する。ここで、撮像装置 2 0 0 が画像処理装置 1 0 0 に送信するための視点情報を取得する方法の一例を、図 4 を用いて説明する。撮像装置 2 0 0 は視点を指定するためにユーザーにより操作され、撮像部 2 0 1 は設置された 2 次元マーカ 2 2 0 を撮像する。視点取得部 2 0 2 は、その撮像画像に基づいて、2 次元マーカ 2 2 0 を基準とした座標系 2 3 0 における撮像装置 2 0 0 の位置及び姿勢を算出する。そして送受信部 2 0 3 は、視点取得部 2 0 2 による算出結果に基づく撮像装置 2 0 0 の位置情報及び姿勢情報を視点情報として画像処理装置 1 0 0 に送信する。画像処理装置 1 0 0 の送受信部 1 0 1 は、撮像装置 2 0 0 の送受信部 2 0 3 が送信した位置情報及び姿勢情報を取得する。撮像装置 2 0 0 の位置情報は視点の位置を示す情報であり、撮像装置 2 0 0 の姿勢情報は視線の方向、及び視線を軸とする回転角を示す情報である。視線を軸とする回転角は、視界がどの程度回転しているか（傾いているか）を表すものである。2 次元マーカ 2 2 0 を利用した撮像装置 2 0 0 の位置及び姿勢の算出には、公知の技術を用いることができる。

【 0 0 2 3 】

S 4 0 2 では、方向特定部 1 0 2 が、視点情報の基準となる座標系における基準方向を特定する。図 4 の例では、座標系 2 3 0 が視点情報の基準となる座標系である。この場合に方向特定部 1 0 2 は、例えば座標系 2 3 0 の Z 軸方向、すなわち 2 次元マーカ 2 2 0 に垂直な方向を基準方向として特定する。本実施形態では、方向特定部 1 0 2 により特定される基準方向が 2 次元マーカ 2 2 0 の面に対してどの方向であるかが、画像処理装置 1 0 0 に予め設定されているものとする。なお、方向特定部 1 0 2 は例えば、撮像装置 2 0 0 から画像処理装置 1 0 0 に送信された情報などに基づいて基準方向を特定してもよい。

【 0 0 2 4 】

なお、本実施形態では撮像装置 2 0 0 が画像処理装置 1 0 0 に視点情報を送信する場合を中心に説明するが、これに限らない。例えば、撮像装置 2 0 0 の送受信部 2 0 3 は、撮像部 2 0 1 がマーカを撮像した撮像画像を画像処理装置 1 0 0 に送信してもよい。この場合、方向特定部 1 0 2 が、送受信部 1 0 1 が受信した撮像画像に基づいて視点情報を算出し、さらに基準方向を特定する。

【 0 0 2 5 】

S 4 0 3 では、視点変換部 1 0 3 が、方向特定部 1 0 2 が特定した基準方向に基づいて、送受信部 1 0 1 が取得した視点情報を変換する。視点情報の変換方法については後述する。

【 0 0 2 6 】

S 4 0 4 では、画像出力部 1 0 4 が、視点変換部 1 0 3 により変換された視点情報に基づく画像を生成し出力する。ここで、画像処理装置 1 0 0 が自由視点画像の技術を用いて、仮想空間中に配置される仮想カメラによる撮像画像を出力する場合について、具体的に説明する。仮想カメラの位置及び姿勢は視点情報に基づいて定まり、被写体となるオブジェクトの仮想空間内における向きは基準方向に基づいて定まる。すなわち、仮想カメラによる撮像画像は、仮想空間内に基準方向に基づいて配置されるオブジェクトを視点情報に

10

20

30

40

50

より特定される視点から見た見えを表す特定視点画像となる。まず画像出力部 104 は、複数の方向から撮像された複数の撮像画像を、撮像装置 200 とは異なる外部の装置から取得する。そして画像出力部 104 は、外部の装置から取得した撮像画像と、送受信部 101 が取得して視点変換部 103 が変換した視点情報とに基づいて、特定視点画像を生成する。視点変換部 103 による変換処理は、送受信部 101 が取得した視点情報に含まれる特定視点画像の傾きに関する情報を補正するための処理である。視点変換部 103 が変換処理を行うことによって、画像出力部 104 は視点情報に基づく傾きが補正された特定視点画像を生成することができる。最後に画像出力部 104 は、生成した特定視点画像を出力する。

【0027】

10

なお、画像出力部 104 は、複数の方向から撮像された複数の撮像画像を取得する代わりに、複数の撮像画像から生成された 3D モデルのデータを取得し、そのモデルと視点情報とに基づいて特定視点画像を生成してもよい。また、画像出力部 104 は、撮像画像を用いずに CG によって生成されたモデルと視点情報とに基づいて特定視点画像を生成してもよい。

【0028】

以上で画像処理装置 100 の処理フローについての説明を終わる。次に、視点変換部 103 による視点情報の変換について、図 5 を用いて説明する。画像 410 は、画像処理装置に 100 により生成される、仮想カメラによる撮像画像（特定視点画像）の例である。

【0029】

20

視点変換部 103 は、方向特定部 102 が特定した基準方向 420 が画像 410 において目標方向 430 に近づくように、送受信部 101 が取得した視点情報を変換する。目標方向 430 は特定視点画像の所定方向であり、図 5 の例では下方向（y 方向）である。本実施形態において目標方向 430 は画像処理装置 100 に予め設定されているものとするが、これに限らず、例えばユーザーが指定する方向であってもよい。変換後の視点情報に基づく特定視点画像は、画像出力部 104 により出力される画像となる。なお、本実施形態において基準方向 420 と目標方向 430 とが近づくとは、基準方向 420 に対応するベクトルと目標方向 430 に対応するベクトルとが成す角の大きさが小さくなることである。これは、基準方向 420 と目標方向 430 とが一致することも含む。

【0030】

30

本実施形態を適用する状況の具体例として、撮像装置 200 により 2 次元マーカ 220 が撮像された撮像画像から座標系 230 を基準とする視点情報が取得され、基準方向 420 が座標系 230 における Z 軸方向である場合を考える。画像処理装置 100 は自由視点画像の技術を用いて、基準方向 420 が特定視点画像の画像内における重力方向となるように、複数の方向から撮像された複数の撮像画像を合成して画像 410 を生成する。

【0031】

ここで、水平に設置された表示装置に出力された画像 410 をユーザーが見ることを考えると、ユーザーにとっての見やすさの観点から、表示装置の下方向と画像 410 内における重力方向とが一致していることが望ましい。そこで本実施形態では、目標方向 430 を特定視点画像の下方向とする。そして視点変換部 103 は、視点情報に基づく傾きを補正するための処理として、特定視点画像の画像内における重力方向に対応する基準方向 420 と目標方向 430 とが近づくように視点情報を変換する。視点情報に基づく傾きは、基準方向 420 と目標方向 430 とのずれによる特定視点画像の傾きであり、例えば撮像装置 200 による撮像画像内における 2 次元マーカ 220 の傾きに基づいて定まる。

40

【0032】

次に、画像 410 内における基準方向 420 を目標方向 430 に一致させる場合の、視点変換部 103 による視点情報の変換方法の例を具体的に説明する。S401 において送受信部 101 が取得した視点情報は、行列 P を用いて表現される。行列 P は 3 行 4 列の行列であり、3 行 3 列の回転行列 R と 3 行 1 列の並進ベクトル T で構成される。S402 において方向特定部 102 が特定した基準方向 420 は、3 次元の単位ベクトル A を用いて

50

表現される。

【 0 0 3 3 】

まず、変換前の視点情報に基づく特定視点画像である画像 4 1 0 内における基準方向 4 2 0 に対応する角度 を計算する。画像 4 1 0 内における方向は、画像 4 1 0 の右方向を 0 (ゼロ) [r a d] として時計回りを正とする - ~ [r a d] の範囲の角度で表される。角度 に対応する 2 次元ベクトルの画像 4 1 0 における左右方向の成分を A_x 、上下方向の成分を A_y とすると、角度 は式 (1) 及び式 (2) によって計算される。

【 0 0 3 4 】

【数 1】

$$s \begin{pmatrix} A_x \\ A_y \\ 1 \end{pmatrix} = R \cdot A \quad \text{式 (1)}$$

$$\alpha = \tan^{-1}(A_y/A_x) \quad \text{式 (2)}$$

10

式 (1) では、視点情報の基準となる座標系における基準方向 4 2 0 を表す単位ベクトル A が、回転行列 R を掛けることで、視点情報から特定される視点 (仮想カメラ) を基準とする座標系におけるベクトルに変換される。視点情報の基準となる座標系は、例えば 2 次元マーカー 2 2 0 を基準とする座標系 2 3 0 である。式 (1) において、 s はスケールファクタである。式 (2) では、式 (1) によって求まる A_x と A_y から、角度 が計算される。

20

【 0 0 3 5 】

次に、基準方向 4 2 0 と目標方向 4 3 0 との間のずれをなくするための視点情報の変換に係る変換行列を計算する。画像 4 1 0 内における目標方向 4 3 0 に対応する角度を角度 とする。また、目標方向 4 3 0 に対応する角度 と基準方向 4 2 0 に対応する角度 との差を角度 = (-) で表わす。角度 の差を補正するための視点情報の変換は、視点情報から特定される視線の方向 (特定される視点を基準とする座標系における z 軸方向) を軸とした回転を表す 3 行 3 列の回転行列 R' によって、式 (3) のように表わされる。

【 0 0 3 6 】

【数 2】

$$R' = \begin{pmatrix} \cos(-\gamma) & -\sin(-\gamma) & 0 \\ \sin(-\gamma) & \cos(-\gamma) & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad \text{式 (3)}$$

30

最後に、送受信部 1 0 1 が取得した視点情報を表す行列 P を式 (4) のように回転行列 R' によって変換し、変換後の視点情報を表す行列 P' を計算する。

【 0 0 3 7 】

【数 3】

$$P' = R' \cdot P \quad \text{式 (4)}$$

40

以上のように、視点変換部 1 0 3 は、送受信部 1 0 1 が取得した視点情報に対して、回転行列 R' によって表される、視線を軸とする回転角に関する変換を行う。この変換により、視点情報に基づく画像 4 1 0 の傾きが補正される。その結果、行列 P' によって表される変換後の視点情報に基づく特定視点画像において、基準方向 4 2 0 と目標方向 4 3 0 とが一致する。

【 0 0 3 8 】

以上説明したように、本実施形態における画像処理装置 1 0 0 は、視点を示す視点情報を取得し、取得した視点情報に基づいて特定視点画像を生成し出力する。この特定視点画

50

像の生成にあたって画像処理装置 100 は、視点情報に基づく傾きを補正するための処理を行う。これにより画像処理装置 100 は、視点を示す情報に基づく画像を出力する場合に、出力される画像の見やすさを向上させることができる。

【0039】

[傾き補正の程度の調整]

上記において、画像処理装置 100 が出力画像内における基準方向を目標方向に一致させる場合の例を説明したが、画像処理装置 100 は出力画像において基準方向と目標方向とが近づくような制御を行えばよい。例えば、視点変換部 103 は送受信部 101 が取得した視点情報から視線の方向を特定する。そして視点変換部 103 は、視線の方向と方向特定部 102 が特定した基準方向との関係に応じた程度で傾きを補正するための処理を行って特定視点画像を生成してもよい。このような制御により、出力画像内における基準方向と目標方向とを常に一致させる場合よりも、出力画像がユーザーにとってより見やすい画像となる場合がある。

10

【0040】

ここで、画像処理装置 100 が自由視点画像の技術を用いて、方向特定部 102 が特定した基準方向が特定視点画像の画像内における重力方向となるように、特定視点画像を生成する場合を考える。また、目標方向は特定視点画像の下方向とする。

【0041】

基準方向と視線の方向との関係が垂直に近い場合、出力される特定視点画像の傾きが変わると、ユーザーにとっては画像内の重力が働く向きが変化したように見えてしまい、ユーザーが感じる違和感が大きい。そのため画像処理装置 100 は、特定視点画像において基準方向と目標方向とができるだけ近づくように制御を行うことで、出力画像をユーザーにとって見やすい画像とすることができる。

20

【0042】

一方、基準方向と視線の方向との関係が平行に近い場合、特定視点画像は仮想カメラがオブジェクトを真上又は真下に近い角度から撮像した画像となるため、出力される特定視点画像の傾きが変わってもユーザーが感じる違和感は少ない。また、この場合に基準方向と目標方向とを常に一致させるような制御が行われると、仮想カメラの位置や姿勢が少し変化しただけで画像が大きく変化することがあり、結果としてユーザーにとって出力画像が見づらくなる。

30

【0043】

以上のことを考慮して、画像処理装置 100 は、基準方向と視線の方向とが平行に近い場合には、視点情報に基づく傾きを補正する程度を小さくしてもよい。以下、この場合の視点情報の変換方法の例を具体的に説明する。

【0044】

視点変換部 103 は、送受信部 101 が取得した視点情報から、視線の方向、及び視線を軸とする回転角を特定する。基準方向に対応する 3 次元の単位ベクトルと視線の方向に対応する 3 次元の単位ベクトルとが成す角の大きさを θ とする。視点変換部 103 により特定される回転角は視界の傾きを表すものであり、基準方向と目標方向とのずれを表す上述の角度 α は、視点変換部 103 が特定した回転角に基づいて定まる。

40

【0045】

まず、基準方向と視線の方向との関係における垂直度合いを表す係数 k が式 (5) のように計算される。係数 k は、基準方向と視線の方向とが平行の場合に 0、垂直の場合に 1 となる係数となる。そして、視点変換部 103 による視点情報の変換を表す回転行列 R' が式 (6) に基づいて計算される。

【0046】

【数 4】

$$k = |\sin(\theta)| \quad \text{式 (5)}$$

$$R' = \begin{pmatrix} \cos(-k\gamma) & -\sin(-k\gamma) & 0 \\ \sin(-k\gamma) & \cos(-k\gamma) & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad \text{式 (6)}$$

変換後の視点情報を表す行列 P' は、式 (6) で計算された回転行列 R' を式 (4) に適用することによって計算される。なお、視点情報の変換の程度を調整するための係数 k は式 (5) で定められるものに限らない。例えば式 (7) に示すように、基準方向と視線の方向とがなす角の大きさに比例するように係数 k が定められても良い。

【0047】

【数 5】

$$k = \begin{cases} a \cdot (\pi + \theta) & \left(-\pi \leq \theta < -\frac{\pi}{2}\right) \\ a \cdot |\theta| & \left(-\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}\right) \\ a \cdot (\pi - \theta) & \left(\frac{\pi}{2} < \theta \leq \pi\right) \end{cases} \quad \text{式 (7)}$$

式 (7) において、係数 a は例えば、基準方向と視線の方向とが垂直の場合に $k = 1$ 、平行の場合に $k = 0$ となるような係数 $a = 2 / \pi$ である。

【0048】

また係数 k は、式 (5) や式 (7) で定まるものの他にも例えば、 θ の値が所定の範囲内である場合は $k = 1$ となり、 θ の値が所定の範囲外である場合には $0 < k < 1$ となるような係数であってもよい。即ち、視点変換部 103 は、 θ が所定の範囲内である場合に、 θ が所定の範囲外である場合よりも、視線を軸とする回転角に基づく特定視点画像の傾きをより大きく補正してもよい。

【0049】

以上のように、視点変換部 103 は、基準方向と視線の方向との関係に応じて、特定視点画像の傾き補正の程度を調整する。これにより画像処理装置 100 は、基準方向に対する視線の方向が変化しても、ユーザーにとって違和感の少ない画像を出力することができる。以上で、傾き補正の程度の調整に関する説明を終わる。

【0050】

なお、本実施形態では、視点変換部 103 が送受信部 101 により取得された視点情報に対して視線を軸とする回転角に関する変換を行い、画像出力部 104 が変換後の視点情報に基づく画像を生成して出力する場合を中心に説明した。しかしこれに限らず、視点変換部 103 は視点情報を変換する処理を行わず、代わりに画像出力部 104 が画像を回転する処理を行ってもよい。具体的には、画像出力部 104 は、送受信部 101 が取得した視点情報を用いて、複数の方向から撮像された複数の撮像画像を合成し、傾きが補正されていない第 1 の特定視点画像を生成する。そして画像出力部 104 は、第 1 の特定視点画像を回転させる処理を行って、傾きが第 1 の特定視点画像よりも補正された第 2 の特定視点画像を生成し出力する。第 1 の特定視点画像をどの程度回転させるかは視点情報及び基準方向に基づいて決定される。例えば画像出力部 104 は、目標方向と基準方向とのずれを表す上述の角度 θ だけ画像を回転させてもよい。なお画像出力部 104 は、第 1 の特定視点画像を回転させる処理を行って第 2 の特定視点画像を生成するにあたって、画像の形状が適切になるように、回転に加え画像を変形させる処理を行ってもよい。

【0051】

また、方向特定部 102 が特定する基準方向は上記で説明したものに限定されない。例えば、撮像装置 200 が重力センサを備えており、重力センサの計測結果を視点情報と共に

に画像処理装置 100 に送信する。そして方向特定部 102 は、撮像装置 200 から受信した重力センサの計測結果と視点情報とに基づいて、視点情報の基準となる座標系における、計測結果が示す重力の方向を、基準方向として特定してもよい。この場合、撮像装置 200 の水平からの傾きに基づいて、特定視点画像の傾きが定まる。また、基準方向はユーザーにより指定される任意の方向でもよい。さらに、視点情報に基づく傾きを補正するための処理は、特定視点画像の下方向（y 方向）と特定視点画像の画像内における重力方向とを近づける処理には限定されない。例えば、出力画像内のオブジェクトに固有の方向を、出力画像の所定の方向に近づける処理であってもよい。オブジェクトに固有の方向とは、人型のオブジェクトが立つ面に対する垂直方向など、オブジェクトの向きや形状に基づいて定まる方向である。

10

【0052】

また本実施形態では、画像処理装置 100 が、ユーザーにより操作される機器の位置情報及び姿勢情報を、視点の位置、視線の方向、及び視線を軸とする回転角を示す視点情報として取得する場合を中心に説明した。具体的には、ユーザーにより操作される撮像装置 200 が、撮像画像から算出した撮像装置 200 の位置及び姿勢を画像処理装置 100 に視点情報として送信し、画像処理装置 100 がその視点情報を受信して取得する。この方法によれば、ユーザーは機器を物理的に操作することで、直観的に視点を指定することができる。

【0053】

なお、ユーザーにより操作される機器は撮像装置 200 に限らず、ユーザーは 6 自由度のセンサ（例えば GPS センサと角度センサ）を備えた装置を操作し、画像処理装置 100 はセンサの計測結果を視点情報として取得しても良い。また、ユーザーは固定されたカメラの撮像範囲内においてマーカーを有する物体を操作し、画像処理装置 100 は固定カメラによる撮像画像に基づいて算出されたマーカーの位置と姿勢を視点情報として取得しても良い。また、ユーザーはロボットを操作し、画像処理装置 100 はそのロボットの各関節の角度を視点情報として取得してもよい。さらに、画像処理装置 100 は、ユーザーによる機器の操作に基づく視点情報に限らず、ユーザーによる数値の指定やその他の方法によって生成された視点情報を取得してもよい。

20

【0054】

視点情報がいずれの方法で取得された場合であっても、画像処理装置 100 は、その視点情報に基づく傾きを補正するための処理を行って特定視点画像を生成する。これにより、出力される特定視点画像の傾きが小さくなり、出力画像のユーザーにとっての見やすさが向上する。特に、ユーザーが機器を物理的に操作してその位置及び姿勢に基づいて視点を指定する場合、機器を意図通りに正確に操作するのは困難であると考えられる。そのような場合でも、本実施形態の技術を用いれば、出力画像の傾きを適切に制御することができる。

30

【0055】

< その他の実施形態 >

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、ASIC 等）によっても実現可能である。また、そのプログラムをコンピュータにより読み取り可能な記録媒体に記録して提供してもよい。

40

【符号の説明】

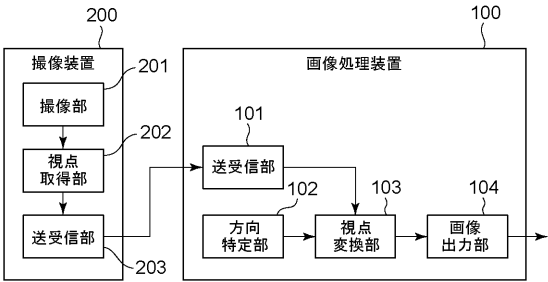
【0056】

- 100 画像処理装置
- 101 送受信部
- 102 方向特定部
- 103 視点変換部

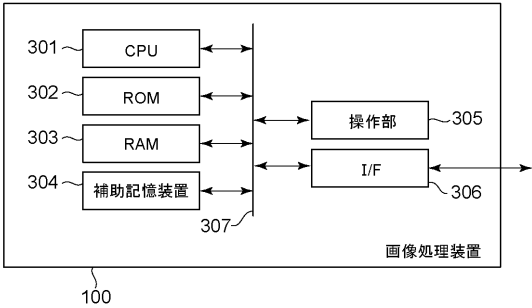
50

1 0 4 画 像 出 力 部

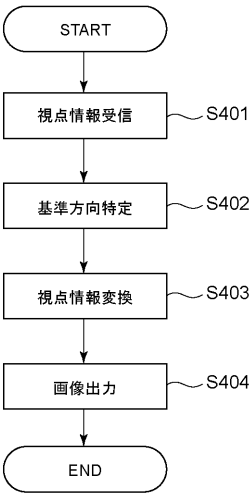
【 図 1 】



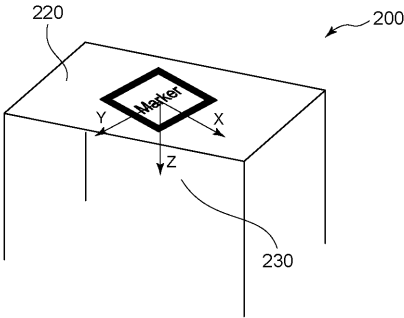
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

