

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6025519号
(P6025519)

(45) 発行日 平成28年11月16日 (2016.11.16)

(24) 登録日 平成28年10月21日 (2016.10.21)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 N 13/00 (2006.01)

H O 4 N 13/00 1 8 0

H O 4 N 13/04 (2006.01)

H O 4 N 13/04 5 9 0

H O 4 N 13/02 (2006.01)

H O 4 N 13/02 7 5 0

G O 6 T 15/60 (2006.01)

G O 6 T 15/60

G O 6 T 19/00 (2011.01)

G O 6 T 19/00

F

請求項の数 12 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-255530 (P2012-255530)
 (22) 出願日 平成24年11月21日 (2012.11.21)
 (65) 公開番号 特開2014-103599 (P2014-103599A)
 (43) 公開日 平成26年6月5日 (2014.6.5)
 審査請求日 平成27年11月11日 (2015.11.11)

(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 金子 千晶
 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 佐野 潤一

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方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

視差画像を表示することにより仮想物体の立体像を観察者に知覚させる場合における、当該立体像の擬似的な影を現実空間に作成するための陰影画像を、前記仮想物体の位置及び形状を特定するデータと、前記陰影画像を現実空間に投影する画像投影手段による投影領域の位置と大きさを示す情報とに基づいて生成する、ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記仮想物体の位置及び形状を特定するデータはメッシュデータであり、

前記画像投影手段の位置を示す点と前記画像投影手段の光軸と直交する仮想的な平面上の任意の点とを結ぶ直線が、前記メッシュデータで特定される仮想物体の表面形状を示す板状の要素と交差するかどうかを判定し、交差すると判定された場合に、当該交差する点に対応する画素を、影部分を示す画素とすることで前記陰影画像を生成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】

前記画像投影手段と前記立体像との間に実物体が存在する場合には、当該実物体よりも前記画像投影手段に近い位置に存在する前記板状の要素に対してのみ前記交差するかどうかの判定を行う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】

前記観察者の視点位置を示す情報、前記仮想物体の位置及び形状を特定するデータ及び前記視差画像を表示する立体像表示手段における表示領域のサイズを示す情報に基づいて

、前記視差画像を生成する手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記視差画像のデータを取得する手段と、

取得した前記視差画像のデータ、前記視差画像を表示する立体像表示手段における表示領域のサイズを示す情報及び前記観察者の視点位置を示す情報に基づいて、前記メッシュデータを生成する手段と、

をさらに備えた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。

【請求項 6】

前記視差画像は、左眼用画像と右眼用画像とからなり、

前記メッシュデータを生成する手段は、前記左眼用画像と前記右眼用画像とを対応付け、対応付けられた画素のペアについて前記立体像表示手段の表示画面上の画素位置を導出し、導出された画素位置及び前記観察者の視点位置を示す情報から前記立体像を構成する頂点座標群を得て、得られた頂点座標群を用いて前記立体像の表面形状を推定することにより、前記メッシュデータ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】

視差画像を表示することにより仮想物体の立体像を観察者に知覚させる場合における、当該立体像により生じる擬似的な集光模様を現実空間に作成するための集光模様画像を、前記仮想物体の位置、形状及び光学特性を特定するデータと、前記集光模様画像を現実空間に投影する画像投影手段による投影領域の位置と大きさを示す情報とに基づいて生成する、ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 8】

視差画像を表示することにより仮想物体の立体像を観察者に知覚させる場合における、当該立体像の擬似的な影を現実空間に作成するための陰影画像を、前記仮想物体の位置及び形状を特定するデータと、前記陰影画像を現実空間に投影する画像投影手段による投影領域の位置と大きさを示す情報とに基づいて生成する、ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 9】

視差画像を表示することにより仮想物体の立体像を観察者に知覚させる場合における、当該立体像により生じる擬似的な集光模様を現実空間に作成するための集光模様画像を、前記仮想物体の位置、形状及び光学特性を特定するデータと、前記集光模様画像を現実空間に投影する画像投影手段による投影領域の位置と大きさを示す情報とに基づいて生成する、ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 10】

コンピュータを請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置として機能させるためのプログラム。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置と、

前記視差画像を表示する立体像表示手段と、

前記陰影画像を現実空間に投影する画像投影手段と、

を含むことを特徴とする立体像表示システム。

【請求項 12】

請求項 7 に記載の画像処理装置と、

前記視差画像を表示する立体像表示手段と、

前記集光模様画像を現実空間に投影する画像投影手段と、

を含むことを特徴とする立体像表示システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は立体像表示技術における画像処理に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

従来、コンピュータグラフィックスによって表現された仮想物体の影を作成する方法としては、現実空間を撮像した画像上に、その撮像シーンの光源環境を用いて仮想物体とその影を合成する画像合成技術が知られている（例えば、特許文献 1）。この画像合成技術は、現実空間の複数の位置について設定された光のパラメータの中から、仮想物体が置かれた位置に対応するものを参照することで、現実空間における光源環境を適正に反映した影を画像内に作成するものであった。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

10

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 1 - 6 0 1 9 5 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

しかしながら、上記従来技術は、あくまで画像内に仮想物体の影を作成するものである。現在、両眼視差を利用して観察者に立体像を知覚させる 3 D 画像表示技術が普及している。この技術は、同一の仮想物体に関して両眼の視差の分だけ見え方の異なる画像（視差画像）を左右それぞれの眼に別個に提示することにより立体像を知覚させる技術である。このような画面から飛び出して見える立体像によって生じるべき影を、現実空間における床や壁などに作成することは、上記従来技術では不可能である。

20

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 5 】

本発明に係る画像処理装置は、視差画像を表示することにより仮想物体の立体像を観察者に知覚させる場合における、当該立体像の擬似的な影を現実空間に作成するための陰影画像を、前記仮想物体の位置及び形状を特定するデータと、前記陰影画像を現実空間に投影する画像投影手段による投影領域の位置と大きさを示す情報とに基づいて生成する、ことを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 6 】

本発明によれば、視差画像によって生み出される立体像の擬似的な影等を現実空間に作成することができる。これにより、映像の臨場感が向上する。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 7 】

【 図 1 】 実施例 1 に係る立体像表示システム 1 0 0 のシステム構成例を示す図である。

【 図 2 】 画像処理装置の内部構成を示す図である。

【 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。

【 図 4 】 実施例 1 に係る画像処理装置における一連の処理の流れを示すフローチャートである。

【 図 5 】 観察者の視点位置と立体表示領域との関係を示す図である。

【 図 6 】 仮想物体が配置された視差画像の一例を示す図である。

40

【 図 7 】 陰影画像の生成過程を説明する図である。

【 図 8 】 陰影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 1 0 】 実施例 2 に係る画像処理装置における一連の処理の流れを示すフローチャートである。

【 図 1 1 】 実施例 2 に係る、立体像の位置を導出する処理の流れを示すフローチャートである。

【 図 1 2 】 立体像の位置が導出される過程を説明する図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 0 8 】

50

〔実施例１〕

実施例１では、仮想物体の位置および形状を表すモデルデータを立体像の位置情報として取得し、この位置情報に応じた陰影画像を生成して、生成された陰影画像を現実空間に投影することで、立体像の擬似的な影を現実空間に作成する態様について説明する。

【０００９】

図１は、本実施例に係る立体像表示システム１００のシステム構成例を示す図である。立体像表示システム１００は、陰影画像の生成処理などを行う画像処理装置１０１、立体像表示装置としての液晶３Ｄディスプレイ１０２、画像投影装置としての液晶プロジェクタ１０３で構成される。

【００１０】

本実施例の画像処理装置１０１は、モデルデータを用いて、左眼用画像と右眼用画像とからなる視差画像を生成する。生成された視差画像のデータは液晶３Ｄディスプレイ１０２によって表示され、これにより仮想物体の立体像１０４が表示される。また、画像処理装置１０１は、モデルデータに応じた陰影画像１０５を生成する。生成された陰影画像のデータは液晶プロジェクタ１０３によって現実空間の床に投影され、これにより立体像の擬似的な影が作成される。

【００１１】

なお、以下では、本実施例中で用いる３次元座標の原点を液晶３Ｄディスプレイ１０２の画面中心Ｏとし、ｘ軸、ｙ軸、ｚ軸をそれぞれ液晶３Ｄディスプレイ１０２の水平方向、鉛直方向、法線方向として説明する。

【００１２】

図２は、画像処理装置１０１の内部構成を示す図である。

【００１３】

画像処理装置１０１は、ＣＰＵ２０１、ＲＡＭ２０２、ＲＯＭ２０３、ハードディスクドライブ（ＨＤＤ）２０４、ＨＤＤＩ／Ｆ２０５、入力Ｉ／Ｆ２０６、出力Ｉ／Ｆ２０７、システムバス２０８で構成される。

【００１４】

ＣＰＵ２０１は、ＲＡＭ２０２をワークメモリとして、ＲＯＭ２０３及びＨＤＤ２０４に格納されたプログラムを実行し、システムバス２０８を介して後述する各構成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行される。

【００１５】

ＨＤＤＩ／Ｆ２０５は、例えばシリアルＡＴＡ（ＳＡＴＡ）等のインタフェースであり、二次記憶装置としてのＨＤＤ２０４を接続する。ＣＰＵ２０１は、ＨＤＤＩ／Ｆ２０５を介してＨＤＤ２０４からのデータ読み出し、およびＨＤＤ２０４へのデータ書き込みが可能である。さらにＣＰＵ２０１は、ＨＤＤ２０４に格納されたデータをＲＡＭ２０２に展開し、同様に、ＲＡＭ２０２に展開されたデータをＨＤＤ２０４に保存することが可能である。そしてＣＰＵ２０１は、ＲＡＭ２０２に展開したデータをプログラムとみなし、実行することができる。なお、二次記憶装置はＨＤＤの他、光ディスクドライブ等の記憶デバイスでもよい。

【００１６】

入力Ｉ／Ｆ２０６は、例えばＵＳＢやＩＥＥＥ１３９４等のシリアルバスインタフェースである。入力Ｉ／Ｆ２０６は、キーボード・マウス２０９などの各種入力デバイスや、赤外線や電磁波などを用いた位置センサ２１０を接続する。ＣＰＵ２０１は、入力Ｉ／Ｆ２０６を介してキーボード・マウス２０９や位置センサ２１０から様々なデータを取得することが可能である。

【００１７】

出力Ｉ／Ｆ２０７は、例えばＤＶＩやＨＤＭＩ等の映像出力インタフェースであり、液晶３Ｄディスプレイ１０２およびプロジェクタ１０３を接続する。この出力Ｉ／Ｆ２０７を介して、液晶３Ｄディスプレイ１０２に視差画像データが送られ、液晶プロジェクタ１０３に陰影画像データが送られる。視差画像データを受け取った液晶３Ｄディスプレイ１

10

20

30

40

50

02は、その画面上に視差画像を表示する。(以後、立体像表示装置における視差画像が表示される画面領域を「立体像表示領域」と呼ぶ。)また、陰影画像データを受け取った液晶プロジェクタ103は、現実空間の床などに陰影画像を投影する。

【0018】

なお、図1に示すシステムでは立体像表示装置として液晶3Dディスプレイ102を用いているが、これに限られない。例えば、液晶3Dディスプレイに代えてプラズマ3Dディスプレイや有機EL3Dディスプレイを用いてもよい。また、画像投影装置として液晶プロジェクタ103を用いているが、DLPプロジェクタやLCOSプロジェクタであっても構わない。

【0019】

図3は、本実施例に係る画像処理装置101の機能ブロック図である。画像処理装置101は、視点位置情報取得部301、表示領域情報取得部302、モデルデータ取得部303、投影特性情報取得部304、視差画像生成部305、投影画像生成部306で構成される。

【0020】

視点位置情報取得部301は、観察者の左右の眼の位置を示す情報(以下、「視点位置情報」と呼ぶ。)を取得する。本実施例では、観察者の左右の眼の位置を示す3次元座標 $EL(xL0, yL0, zL0)$ 、 $ER(xR0, yR0, zR0)$ が、例えば位置センサ210を介して取得される。或いは、観察者の顔を撮像する複数のカメラを別途用意し、得られた複数の顔画像に対し顔認識技術を用いて画像上における眼の位置を求め、得られた画像上の眼の位置と撮像したカメラの姿勢情報とに基づいて、左右の眼の3次元座標を導出してよい。取得した視点位置情報は、視差画像生成部305に送られる。

【0021】

表示領域情報取得部302は、立体像表示装置(ここでは、液晶3Dディスプレイ102)における立体像表示領域のサイズ($W \times H$)の情報(以下、「表示領域情報」と呼ぶ。)を取得する。立体像表示領域のサイズは、例えば、16:9の50インチのディスプレイの場合であれば、 $W: 110\text{ cm}$ 、 $H: 62\text{ cm}$ 、のような値となる。この表示領域情報の取得は、例えばキーボード・マウス209等を介したユーザ入力によって行ってもよいし或いは予めHDD204などに記憶しておきそれを読み込むことで取得してもよい。取得した表示領域情報は、視差画像生成部305に送られる。

【0022】

モデルデータ取得部303は、立体像として表示される仮想物体の位置および形状を特定するモデルデータを、HDD I/F 205を介してHDD 204などの二次記憶装置から取得する。本実施例におけるモデルデータはメッシュデータとする。ここで、メッシュデータとは、複数の辺を有する板状の要素の集合で物体の形状を表現するメッシュモデルの表示に必要なデータ(例えば四辺形の各頂点の座標データ等)のことである。モデルデータのデータ形式は、仮想物体の位置と形状を特定できるものであればよく、例えば、NURBS曲面などで表現されるパラメトリックモデルでもよい。さらに、モデルデータは、仮想物体の反射率、透過率、屈折率など、仮想物体の色や質感を表す情報を含んでもよい。本実施例では、モデルデータは立体像の位置情報として用いられる。取得したモデルデータは、視差画像生成部305及び投影画像生成部306へ送られる。

【0023】

投影特性情報取得部304は、陰影画像を投影する画像投影装置(ここでは液晶プロジェクタ103)の投影領域の位置と大きさを示す投影特性の情報を取得する。本実施例では、液晶プロジェクタ103の位置を示す3次元座標 $P0(x0, y0, z0)$ 、液晶プロジェクタ103の光軸が通過する点 $P1(x1, y1, z1)$ 、水平画角、垂直画角、水平解像度 Wp 、垂直解像度 Hp を投影特性として用いている。この投影特性情報は、予め測定して得られたデータをHDD 204等に記憶しておき、処理実行時にHDD I/F 205を介して読み込んで取得する。或いは、液晶プロジェクタ103に別途位置センサや傾きセンサを取り付け、入力I/F 206を介して位置や向きを取得してもよいし、液晶プロジェクタ103から

10

20

30

40

50

双方向通信可能な出力 I / F 2 0 7 を介して画角を取得してもよい。取得した投影特性情報は、投影画像生成部 3 0 6 へ送られる。

【 0 0 2 4 】

視差画像生成部 3 0 5 は、受け取った視点位置情報、表示領域情報及びモデルデータを用いて、互いに視差のある左眼用画像と右眼用画像とからなる視差画像を生成する。生成された視差画像のデータは液晶 3 Dディスプレイ 1 0 2 に送られる。

【 0 0 2 5 】

投影画像生成部 3 0 5 は、受け取ったモデルデータ及び投影特性情報を用いて、投影の対象となる画像（ここでは陰影画像）を生成する。生成された陰影画像のデータは液晶プロジェクタ 1 0 3 に送られる。

10

【 0 0 2 6 】

図 4 は、本実施例に係る画像処理装置 1 0 1 における一連の処理の流れを示すフローチャートである。なお、この一連の処理は、以下に示す手順を記述したコンピュータ実行可能なプログラムを、ROM 2 0 3 あるいは HDD 2 0 4 から RAM 2 0 2 上に読み込んだ後、該プログラムが CPU 2 0 1 で実行されることによって実現される。

【 0 0 2 7 】

ステップ 4 0 1 において、各取得部 3 0 1 ~ 3 0 4 は、上述した視点位置情報、表示領域情報、モデルデータ、投影特性情報を、それぞれ HDD 2 0 4 等から取得する。取得された各情報は、上述のとおり視差画像生成部 3 0 5 及び / 又は投影画像生成部 3 0 6 に送られる。

20

【 0 0 2 8 】

ステップ 4 0 2 において、視差画像生成部 3 0 5 は、受け取った視点位置情報、表示領域情報及びモデルデータを用いて視差画像を生成する。具体的には、視点位置情報によって示される左右それぞれの眼の位置から、表示領域情報によって示される立体像表示領域越しに見える仮想空間のシーンをレンダリングして、視差画像を生成する。本実施例においては、レンダリングに用いる仮想カメラの位置を観察者の視点位置とする。また、仮想カメラの光軸方向は、観察者の視点位置を通り立体像表示領域に垂直なベクトルと一致するものとする。図 5 の (a) は現実空間における観察者の視点位置と立体表示領域（液晶 3 D プロジェクタ 1 0 2 ）との関係を示しており、同 (b) は仮想空間における観察者の視点位置と立体表示領域との関係を示している。モデルデータにより示される仮想物体 5 0 1 が配置された仮想空間中において、観察者の視点位置（左眼：EL、右眼：ER）から立体像表示領域の四隅（ $r_0 \sim r_3$ ）へ向かう 4 つのベクトルで囲まれる範囲をレンダリングする。このように、観察者の右眼と左眼それぞれの位置を視点位置としてレンダリング処理を行うことで、互いに視差のある左眼用画像と右眼用画像とからなる視差画像が生成される。図 6 は、仮想物体 5 0 1 が配置された視差画像の一例を示す図であり、(a) は左眼用画像、(b) は右眼用画像を示している。生成された視差画像のデータは液晶 3 Dディスプレイ 1 0 2 に送られる。上記のようにして得られた視差画像を所定の 3 D 画像表示方式に従って液晶 3 Dディスプレイで表示することで、現実空間において、モデルデータで示された所定の位置に仮想物体の立体像が存在するように観察者に知覚させることができる。

30

40

【 0 0 2 9 】

ステップ 4 0 3 において、投影画像生成部 3 0 6 は、受け取ったモデルデータ内のメッシュデータ及び投影特性情報を用いて陰影画像を生成する。以下、液晶プロジェクタ 1 0 3 の解像度と同じ解像度（ $W_p \times H_p$ ：例えば、 1920×1080 ）の陰影画像 f を、256 階調のグレイスケール画像として生成する場合を例に詳しく説明する。図 7 は陰影画像の生成過程を説明する図であり、(a) は斜め上方から見た場合、(b) は - x 方向から見た場合（ $x_0 = x_1$ ）をそれぞれ示している。

【 0 0 3 0 】

まず、 $W_p \times H_p$ 画素の陰影画像 f について、画素値をすべて 255 に初期化する。そして、液晶プロジェクタ 1 0 3 の位置を示す点 $P_0(x_0, y_0, z_0)$ から陰影画像平面 7 0 1 上の任意

50

の点Qを通して延びる直線Lが、仮想物体の表面形状を表す板状の要素（以下、単に「メッシュ」と呼ぶ）702と交差するか否かを判定する。直線Lがメッシュ702と交差すると判定された場合には当該点Qに対応する陰影画像f上の画素の画素値を0等に設定し、影部分を示す黒画素等とする。一方、交差しないと判定された場合には当該点Qに対応する陰影画像f上の画素値は初期値（すなわち、255）のままとする。交差しないと判定された場合において、当該点Qに対応する陰影画像f上の画素値を、0以外の所定の値（例えば、メッシュが存在する仮想空間や陰影画像が投影される現実空間における照度等の照明条件に応じて決定）としてもよい。ここで、陰影画像平面とは、その中心において液晶プロジェクタ103の光軸（すなわち、直線P0-P1）と直交する仮想的な平面である。液晶プロジェクタ103の光軸と陰影画像平面701との交点を原点、液晶プロジェクタの水平方向を横軸s、鉛直方向を縦軸tとすると、陰影画像fの画素(u,v)に対応する陰影画像平面上の点Qの座標(s,t)は次の式(1)及び式(2)で求められる。

【0031】

【数1】

$$s = 2D \left(\frac{u}{W_p} - \frac{1}{2} \right) \tan \frac{\theta}{2} \quad \dots \text{式(1)}$$

【0032】

【数2】

$$t = -2D \left(\frac{v}{H_p} - \frac{1}{2} \right) \tan \frac{\psi}{2} \quad \dots \text{式(2)}$$

【0033】

ここで、Dは点P0(x0,y0,z0)から陰影画像平面701までの距離である。また、は点P0(x0,y0,z0)と横軸s上の陰影画像平面の端点701a/701cとをそれぞれ結ぶ線分間のなす角度、は点P0(x0,y0,z0)と横軸s上の陰影画像平面の端点701b/701dとをそれぞれ結ぶ線分間のなす角度である。

【0034】

陰影画像fの全画素について、上記式(1)および(2)を用いて対応する点Qを求め、仮想物体の表面形状を表すメッシュ702との交差判定を行って画素値を設定することで、陰影画像fが得られる。図8は、上述した処理によって得られる陰影画像fの一例であり、立体像の対応する領域801（画素値が0等の領域）が陰影となる部分として存在している。このようにして生成された陰影画像のデータは液晶プロジェクタ103に出力され、現実空間の床などに立体像の影として投影される。

【0035】

この場合において、液晶プロジェクタ103と立体像との間に実物体（例えば、観察者の体の一部など）が存在する場合には、実物体の影になるメッシュに対しては影を生成しないことが望ましい。例えば、液晶プロジェクタ103の光軸に沿った距離センサを別途用意して実物体までの距離を取得し、実物体の手前（実物体よりも液晶プロジェクタ103に近い位置）に存在するメッシュに対してのみ上述の交差判定を行って陰影画像を生成すればよい。これにより実物体上に不要な影が生じるのを防止できる。

【0036】

なお、本実施例では仮想物体によって生み出される影を現実空間に投影する例を説明したが、例えば仮想物体により生じる擬似的な集光模様の画像を生成し、これを現実空間に投影してもよい。この場合には、投影画像生成部306は、モデルデータに含まれる仮想物体の反射率、透過率、屈折率など、仮想物体の色や質感を表す光学特性を示す情報を利用して、集光模様画像を生成することになる。具体的には、上述のステップ403において、直線Lが仮想物体内を通過する区間を求め、その距離や仮想物体の屈折率等に基づいて透過光の強度を導出し、得られる強度に応じた値で画素値を置き換えた集光模様画像（上述の陰影画像fに相当）を求めればよい。また、集光模様画像をカラー画像で生成し、

10

20

30

40

50

透過光の強度の導出を光の波長毎に行って画素値を決定することで、より精巧な集光模様とすることができる。

【 0 0 3 7 】

以上のとおり、本実施例によれば、画面から飛び出して見える仮想物体の影等を現実空間に生じさせることが可能となる。

【 0 0 3 8 】

[実施例 2]

実施例 1 では、立体像として表示される仮想物体の位置および形状を特定するモデルデータを取得し、モデルデータで特定された立体像の位置に応じた影等を現実空間に生じさせるための陰影画像等を生成した。次に、視差画像データと観察者の視点位置情報から立体像の位置を導出して、陰影画像等を生成する態様について、実施例 2 として説明する。なお、実施例 1 と共通する部分については説明を簡略化ないしは省略し、ここでは差異点を中心に説明することとする。

【 0 0 3 9 】

図 9 は、本実施例に係る画像処理装置 1 0 1 の機能ブロック図である。なお、立体像表示システムのシステム構成は実施例 1 と共通であるものとする。

【 0 0 4 0 】

視差画像データ取得部 9 0 1 は、視差画像のデータを、HDD I / F 2 0 5 を介して HDD 2 0 4 などの二次記憶装置から取得する。この場合の視差画像データは、例えば多眼カメラ等で撮像して得たものでもよいし、或いは市販されている 3D 画像生成ソフトウェアを使って生成したものでもよい。取得した視差画像データは、立体像位置導出部 9 0 5 及び立体像表示装置としての液晶 3D ディスプレイ 1 0 2 に送られる。

【 0 0 4 1 】

表示領域情報取得部 9 0 2 は、立体像表示装置の表示領域情報を取得する。これについては実施例 1 に係る表示領域情報取得部 3 0 2 と同じである。取得した表示領域情報は、立体像位置導出部 9 0 5 に送られる。

【 0 0 4 2 】

視点位置情報取得部 9 0 3 は、観察者の視点位置情報を取得する。これについては実施例 1 に係る視点位置情報取得部 3 0 1 と同じである。取得した視点位置情報は、立体像位置導出部 9 0 5 に送られる。

【 0 0 4 3 】

投影特性情報取得部 9 0 4 は、画像投影装置の投影特性情報を取得する。これについては実施例 1 に係る投影特性情報取得部 3 0 4 と同じである。取得した投影特性情報は、投影画像生成部 9 0 6 に送られる。

【 0 0 4 4 】

立体像位置導出部 9 0 5 は、受け取った視差画像データ、表示領域情報及び視点位置情報に基づき、立体像として表示される仮想物体の位置及び形状を特定可能なデータ（ここでは、前述のメッシュデータ）を生成する。

【 0 0 4 5 】

投影画像生成部 9 0 6 は、立体像位置導出部 9 0 5 から受け取ったメッシュデータおよび投影特性取得部 9 0 4 から受け取った画像投影装置の投影特性情報を用いて、陰影画像を生成する。生成された陰影画像データは、液晶プロジェクタ 1 0 3 に送られる。

【 0 0 4 6 】

図 1 0 は、本実施例に係る画像処理装置 1 0 1 における一連の処理の流れを示すフローチャートである。

【 0 0 4 7 】

ステップ 1 0 0 1 において、各取得部 9 0 1 ~ 9 0 4 は、上述した視差画像データ、表示領域情報、視点位置情報、投影特性情報を、それぞれ HDD 2 0 4 等から取得する。取得された視差画像データ及び各情報は、上述のとおり立体像位置導出部 9 0 5 又は投影画像生成部 9 0 6 に送られる。

【 0 0 4 8 】

ステップ 1 0 0 2 において、立体像位置導出部 9 0 5 は、受け取った視差画像データ、表示領域情報及び視点位置情報に基づいて、立体像として表示される仮想物体の位置を導出する。ここで、別フローチャートを用いて詳しく説明する。図 1 1 は、この立体像の位置を導出する処理の流れを示すフローチャートである。また、図 1 2 は、立体像の位置が導出される過程を説明する図である。

【 0 0 4 9 】

ステップ 1 1 0 1 において、立体像位置導出部 9 0 5 は、視差画像データに含まれる左眼用画像と右眼用画像との間で各画素の対応付けを行う。具体的には、以下のとおりである。まず、左眼用画像 g_L 上の注目画素 (u_L, v_L) とその近傍画素とからなる領域画像をテンプレートとする。そして、このテンプレートを用いたパターンマッチングを右眼用画像 g_R に対して行い、注目画素 (u_L, v_L) に対する右眼用画像 g_R 上の対応画素 (u_R, v_R) を求める。この処理を左眼用画像 g_L 上の各画素に対して行い、全ての画素について右眼用画像 g_R 上の画素との対応付けを行う。

【 0 0 5 0 】

ステップ 1 1 0 2 において、立体像位置導出部 9 0 5 は、左眼用画像と右眼用画像との間で対応付けた画素のペア (u_L, v_L) と (u_R, v_R) について、液晶 3 D ディスプレイ 1 0 2 で表示する場合の表示画面上の画素位置を導出する。具体的には、画素位置を示す 3 次元座標 $PL(x_{L1}, y_{L1}, z_{L1})$ および $PR(x_{R1}, y_{R1}, z_{R1})$ を、次の式 (3) 及び式 (4) に従って求める。

【 0 0 5 1 】

【 数 3 】

$$(x_{L1}, y_{L1}, z_{L1}) = \left(\left(\frac{u_L}{W_g} - \frac{1}{2} \right) W, - \left(\frac{v_L}{H_g} - \frac{1}{2} \right) H, 0 \right) \quad \dots \text{式 (3)}$$

【 0 0 5 2 】

【 数 4 】

$$(x_{R1}, y_{R1}, z_{R1}) = \left(\left(\frac{u_R}{W_g} - \frac{1}{2} \right) W, - \left(\frac{v_R}{H_g} - \frac{1}{2} \right) H, 0 \right) \quad \dots \text{式 (4)}$$

【 0 0 5 3 】

ここで、 W 及び H は表示領域情報で示される液晶 3 D ディスプレイ 1 0 2 における横及び縦のサイズ (c m) であり、 W_g 及び H_g は視差画像における横方向と縦方向の画素数である。

【 0 0 5 4 】

ステップ 1 1 0 3 において、立体像位置導出部 9 0 5 は、ステップ 1 1 0 2 で得られた立体表示装置の画面上の画素位置の情報とステップ 1 0 0 3 で取得された観察者の視点位置情報とを用いて、立体像の位置を求める。具体的には、立体表示装置の画面上の画素位置を示す 3 次元座標 $PL(x_{L1}, y_{L1}, z_{L1})$ / $PR(x_{R1}, y_{R1}, z_{R1})$ と、観察者の左右の眼の位置を示す 3 次元座標 $EL(x_{L0}, y_{L0}, z_{L0})$ / $ER(x_{R0}, y_{R0}, z_{R0})$ とから、 EL と PL とを結ぶ直線 (直線 $EL-PL$) と ER と PR とを結ぶ直線 (直線 $ER-PR$) との交点 $P(x, y, z)$ を求める。この交点 $P(x, y, z)$ の座標が、視差画像間では対応付けた画素のペア (u_L, v_L) と (u_R, v_R) により形成される立体像の位置を示す頂点座標に相当する。

【 0 0 5 5 】

この場合において、直線 $EL-PL$ と直線 $ER-PR$ とが互いに平行である場合には、奥行きが無限遠の位置に像が形成されると見做し、後述の陰影画像生成処理の対象外とする。また、直線 $EL-PL$ と直線 $ER-PR$ とが同一平面上に存在しない場合には、2 点間の距離が最小となる直線 $EL-PL$ 上の点 $P'L$ と直線 $ER-PR$ 上の点 $P'R$ を求め、これら 2 点の midpoint を 2 直線の交点と見做せばよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 6 】

以上の処理を全ての画素のペアについて行い、立体像を構成する頂点座標群を得る。

【 0 0 5 7 】

ステップ 1 1 0 4 において、立体像位置導出部 9 0 5 は、得られた頂点座標群に公知の表面形状復元技術やテセレーション技術を適用して立体像の表面形状を推定し、立体像として表示される仮想物体の位置を特定可能なメッシュデータを生成する。

【 0 0 5 8 】

本実施例では、以上のようにして得られたメッシュデータを立体像の位置情報として用いて、陰影画像の生成がなされる。

【 0 0 5 9 】

図 1 0 のフローチャートの説明に戻る。

【 0 0 6 0 】

ステップ 1 0 0 3 において、視差画像データ取得部 9 0 1 は、取得した視差画像のデータを液晶 3 D ディスプレイ 1 0 2 に出力する。そして、液晶 3 D ディスプレイ 1 0 2 によって、視差画像データに従った立体像が表示される。

【 0 0 6 1 】

ステップ 1 0 0 4 において、投影画像生成部 9 0 6 は、ステップ 1 0 0 1 で取得された画像投影装置の投影特性情報及びステップ 1 0 0 2 で生成されたメッシュデータを用いて陰影画像を生成する。陰影画像生成の詳細については、実施例 1 に係る図 4 のフローチャートのステップ 4 0 3 で述べたとおりである。

【 0 0 6 2 】

このようにして生成された陰影画像のデータは、実施例 1 と同様に液晶プロジェクタ 1 0 3 に出力され、陰影画像データに従った仮想物体の影が現実空間の床などに投影されることになる。

【 0 0 6 3 】

(その他の実施形態)

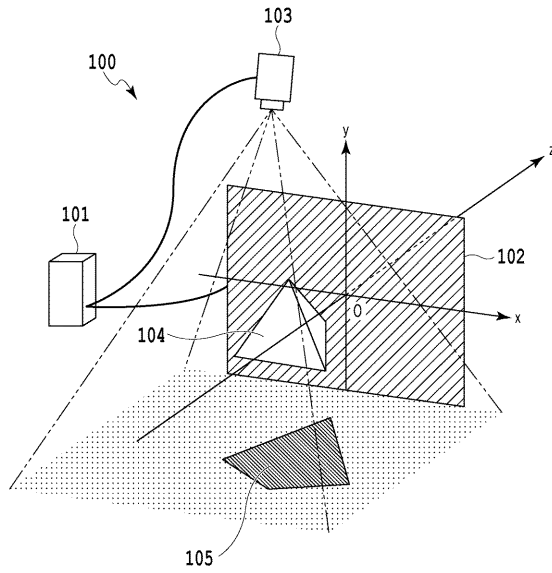
また、本発明の目的は、以下の処理を実行することによっても達成される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体を、システム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ (または C P U や M P U 等) が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出す処理である。この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施の形態の機能を実現することになり、そのプログラムコード及び該プログラムコードを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。

10

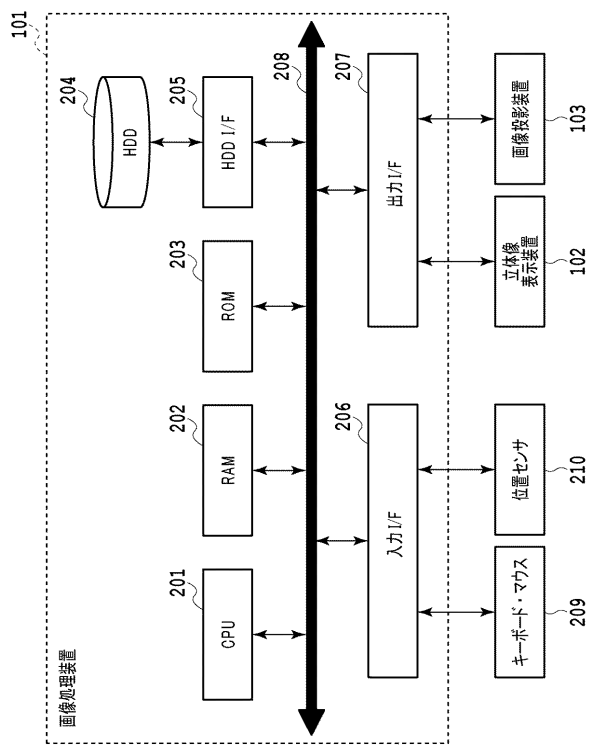
20

30

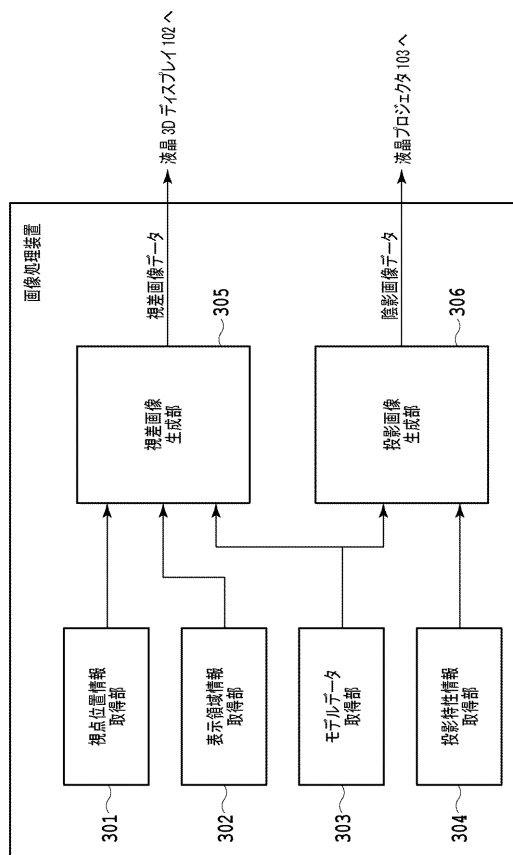
【図 1】



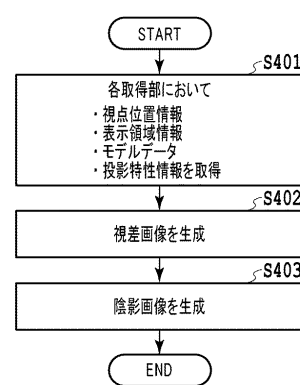
【図 2】



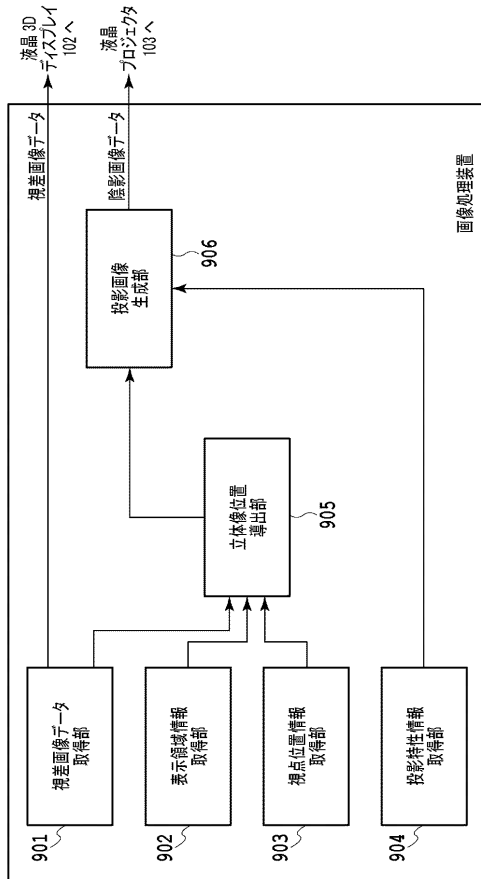
【図 3】



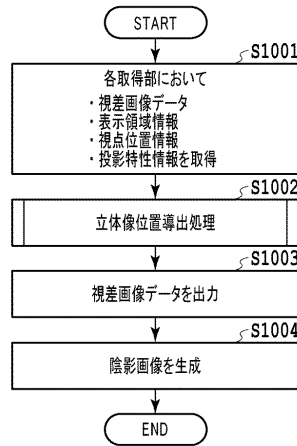
【図 4】



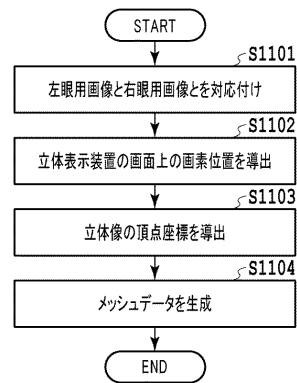
【図 9】



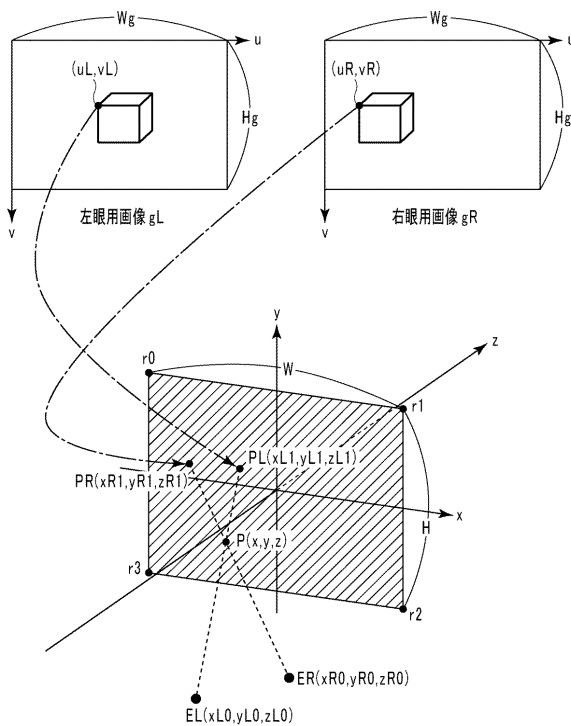
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 4 N 5/74 (2006.01) H 0 4 N 5/74 Z

(56)参考文献 特開昭63-080378(JP,A)
特開平09-074573(JP,A)
特開2001-052207(JP,A)
特開2003-187264(JP,A)
特開2010-055131(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 4 N 1 3 / 0 0
G 0 6 T 1 5 / 6 0
G 0 6 T 1 9 / 0 0
H 0 4 N 5 / 7 4
H 0 4 N 1 3 / 0 2
H 0 4 N 1 3 / 0 4