

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7444172号
(P7444172)

(45)発行日 令和6年3月6日(2024.3.6)

(24)登録日 令和6年2月27日(2024.2.27)

| (51)国際特許分類 | | F I | | |
|------------|-----------------|---------|-------|-------|
| G 0 6 T | 19/00 (2011.01) | G 0 6 T | 19/00 | A |
| G 0 6 T | 15/20 (2011.01) | G 0 6 T | 15/20 | 5 0 0 |
| G 0 6 T | 7/00 (2017.01) | G 0 6 T | 7/00 | Q |
| G 0 6 T | 7/41 (2017.01) | G 0 6 T | 7/41 | |

請求項の数 16 (全33頁)

| | | | |
|-------------------|-----------------------------|----------|--|
| (21)出願番号 | 特願2021-548361(P2021-548361) | (73)特許権者 | 000002185 ソニーグループ株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号 |
| (86)(22)出願日 | 令和2年7月9日(2020.7.9) | (74)代理人 | 110002147 弁理士法人酒井国際特許事務所 |
| (86)国際出願番号 | PCT/JP2020/026809 | (72)発明者 | 菅野 尚子 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 |
| (87)国際公開番号 | WO2021/059669 | (72)発明者 | 廣田 洋一 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 |
| (87)国際公開日 | 令和3年4月1日(2021.4.1) | 審査官 | 片岡 利延 |
| 審査請求日 | 令和5年5月23日(2023.5.23) | | |
| (31)優先権主張番号 | 特願2019-174769(P2019-174769) | | |
| (32)優先日 | 令和1年9月25日(2019.9.25) | | |
| (33)優先権主張国・地域又は機関 | 日本国(JP) | | |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 情報処理装置、映像の生成方法及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

3Dオブジェクトに対して、当該3Dオブジェクトを見る仮想視点の位置と、当該仮想視点の位置から前記3Dオブジェクトを見た際に得られる仮想画像の画質と、の関係を予測する画質予測部、

を備え、

前記画質予測部は、

前記3Dオブジェクトに対して、当該3Dオブジェクトを見る方向毎に、前記3Dオブジェクトを撮像した画像の画質に関連したパラメータを数値化したマップを生成する、

情報処理装置。

【請求項2】

複数の3Dオブジェクトの配置位置と、当該3Dオブジェクトの各々に対して、前記画質予測部が予測した前記仮想画像の画質とに基づいて、前記仮想視点の移動軌跡を生成する移動軌跡生成部を更に備える、

請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項3】

前記画質予測部は、

前記3Dオブジェクトを生成する際に使用する撮像手段の光学パラメータと、当該撮像手段と前記3Dオブジェクトとの距離と、に基づいて前記画質を予測する、

請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

前記光学パラメータは、前記撮像手段が撮像した画像に占める前記 3 D オブジェクトの割合に係るパラメータである、

請求項 3 に記載の情報処理装置。

【請求項 5】

前記光学パラメータに含まれるパラメータである前記 3 D オブジェクトを見る方向は、前記撮像手段が前記 3 D オブジェクトを捉えているか否かを示す情報と、前記 3 D オブジェクトを正面から捉えているか否かを示す情報と、の少なくとも一方を含む、

請求項 3 に記載の情報処理装置。

【請求項 6】

前記画質予測部は、

数値化された前記画像の画質に関連したパラメータを、当該画像の撮像位置に応じた位置にプロットするとともに、

プロットされた前記画像の画質に関連したパラメータを、プロットされた位置から周囲に拡散することによって、前記マップを生成する、

請求項 1 に記載の情報処理装置。

10

【請求項 7】

前記画質予測部は、前記マップにプロットされた前記画像の画質を、平滑化演算することによって周囲に拡散させる、

請求項 6 に記載の情報処理装置。

20

【請求項 8】

前記 3 D オブジェクトは、視点位置に応じたテクスチャ情報を有する、

請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 9】

前記マップに基づいて、前記 3 D オブジェクトを生成する際に使用した撮像手段の配置条件を評価する配置評価部を更に備える、

請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 10】

前記マップに基づいて、前記 3 D オブジェクトから仮想画像を生成する際に、仮想視点を設定しない位置を算出する閲覧禁止領域算出部と、

前記 3 D オブジェクトの仮想視点が、前記閲覧禁止領域算出部が算出した仮想視点の位置と一致した場合に、当該仮想視点の位置からの前記 3 D オブジェクトの仮想画像の生成を行わない映像処理部と、を更に備える、

請求項 1 に記載の情報処理装置。

30

【請求項 11】

前記マップに基づいて、生成された前記仮想画像の中に別の画像を配置する際の配置位置を算出する配置位置算出部を更に備える、

請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 12】

前記 3 D オブジェクトを撮像した複数の画像を 1 枚の画像に格納したパッキング画像を生成する際に、前記マップに基づいて、画質が高い画像ほど高い解像度でパッキングする画像生成部を更に備える、

請求項 1 に記載の情報処理装置。

40

【請求項 13】

前記複数の 3 D オブジェクトは、それぞれ別々に生成されている、

請求項 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 14】

3 D オブジェクトに対して、当該 3 D オブジェクトを見る仮想視点の位置と、当該仮想視点の位置から前記 3 D オブジェクトを見た際に得られる仮想画像の画質と、の関係を予測する画質予測部、

50

を備え、

前記画質予測部は、

前記3Dオブジェクトを生成する際に使用する撮像手段の光学パラメータと、当該撮像手段と前記3Dオブジェクトとの距離と、に基づいて前記画質を予測し、

前記光学パラメータに含まれるパラメータである前記3Dオブジェクトを見る方向は、前記撮像手段が前記3Dオブジェクトを捉えているか否かを示す情報と、前記3Dオブジェクトを正面から捉えているか否かを示す情報と、の少なくとも一方を含む、

情報処理装置。

【請求項15】

3Dオブジェクトに対して、当該3Dオブジェクトを見る仮想視点の位置と、当該仮想視点の位置から前記3Dオブジェクトを見た際に得られる仮想画像の画質と、の関係を予測し、

10

前記3Dオブジェクトに対して、当該3Dオブジェクトを見る方向毎に、前記3Dオブジェクトを撮像した画像の画質に関連したパラメータを数値化したマップを生成し、

前記3Dオブジェクトの配置位置と前記マップとに基づいて生成された前記仮想視点の移動軌跡に基づいて映像を生成する、

映像の生成方法。

【請求項16】

コンピュータを、

3Dオブジェクトに対して、当該3Dオブジェクトを見る仮想視点の位置と、当該仮想視点の位置から前記3Dオブジェクトを見た際に得られる仮想画像の画質と、の関係を予測する画質予測部、

20

として機能させるプログラムであって、

前記画質予測部は、

前記3Dオブジェクトに対して、当該3Dオブジェクトを見る方向毎に、前記3Dオブジェクトを撮像した画像の画質に関連したパラメータを数値化したマップを生成する、プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本開示は、情報処理装置、映像の生成方法及びプログラムに関し、特に、3Dオブジェクトを、仮想カメラで任意の方向から撮像した際に得られる仮想画像の画質を予測することができる情報処理装置、映像の生成方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、現実の3D空間をセンシングした情報、例えば異なる視点から被写体を撮像した多視点映像を用いて、視聴空間内に3Dオブジェクトを生成し、そのオブジェクトが視聴空間内に存在しているかのように見える映像を生成する技術が提案されている。そして、更に、当該オブジェクトを任意の視点位置から撮像した際に得られる仮想映像を合成する技術が提案されている（例えば、特許文献1）。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特許第4671873号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1では、任意の方向から撮像される仮想画像の画質を予測することはできなかった。

【0005】

50

本開示では、3Dオブジェクトを仮想視点から撮像した際の仮想画像の画質を予測することが可能な情報処理装置、映像の生成方法及びプログラムを提案する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の課題を解決するために、本開示に係る一形態の情報処理装置は、3Dオブジェクトに対して、当該3Dオブジェクトを見る仮想視点の位置と、当該仮想視点の位置から前記3Dオブジェクトを見た際に得られる仮想画像の画質と、の関係を予測する画質予測部、を備える情報処理装置である。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】第1の実施形態の情報処理装置の基本構成の一例を示すブロック図である。

【図2】3Dモデル生成装置が3Dモデルを生成する流れの概要を示す図である。

【図3】カメラパス予測装置が、単体の3Dモデルを仮想視点から撮像した仮想画像を生成する方法を説明する図である。

【図4】カメラパス予測装置が、単体の3Dモデルを仮想視点から撮像した仮想画像の生成例を説明する図である。

【図5】カメラパス予測装置が仮想画像を生成する手順の一例を示すフローチャートである。

【図6】第1の実施形態の情報処理装置のハードウェア構成の一例を示すハードウェアブロック図である。

【図7】第1の実施形態の情報処理装置の機能構成の一例を示す機能ブロック図である。

【図8】被写体を撮像する実カメラのレイアウトを説明する図である。

【図9】画質スコアの算出例を説明する図である。

【図10】実カメラのレイアウトの一例を示す図である。

【図11】スコアマップの生成例を説明する図である。

【図12】カメラパスの生成方法を説明する図である。

【図13】カメラパスを予測する際のユーザインタフェースの一例を示す第1の図である。

【図14】カメラパスを予測する際のユーザインタフェースの一例を示す第2の図である。

【図15】カメラパス生成装置が行う処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図16】第2の実施形態の情報処理装置の基本構成の一例を示すブロック図である。

【図17】第2の実施形態の携帯端末の機能構成の一例を示す機能ブロック図である。

【図18】第2の実施形態の携帯端末の作用を説明する図である。

【図19】第3の実施形態の携帯端末の機能構成の一例を示す機能ブロック図である。

【図20】第3の実施形態の携帯端末の作用を説明する図である。

【図21】第4の実施形態の携帯端末の機能構成の一例を示す機能ブロック図である。

【図22】第5の実施形態の3Dモデル生成装置の機能構成の一例を示す機能ブロック図である。

【図23】第5の実施形態の3Dモデル生成装置の作用を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下に、本開示の実施形態について図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の各実施形態において、同一の部位には同一の符号を付することにより重複する説明を省略する。

【0009】

また、以下に示す項目順序に従って本開示を説明する。

1. 第1の実施形態

1-1. 前提事項の説明 - 3Dモデルの生成

1-2. 前提事項の説明 - 単体3Dモデルの仮想視点映像の生成

1-3. 情報処理装置のハードウェア構成の説明

1-4. 情報処理装置の機能構成の説明

1-5. 画質スコアの算出方法の説明

10

20

30

40

50

- 1 - 6 . スコアマップの生成方法の説明
 - 1 - 7 . カメラパスの生成方法の説明
 - 1 - 8 . カメラパスの生成補助方法の説明
 - 1 - 9 . カメラパス生成装置が行う処理の流れの説明
 - 1 - 10 . 第1の実施形態の効果
 - 2 . 第2の実施形態
 - 3 . 第3の実施形態
 - 4 . 第4の実施形態
 - 5 . 第5の実施形態
- 【0010】 10
- (1 . 第1の実施形態)
- 本開示の第1の実施形態である情報処理装置10aは、複数の被写体の3Dモデルを同時に撮像した際に、高い画質が得られるカメラパスを生成する装置である。図1は、第1の実施形態の情報処理装置の基本構成の一例を示すブロック図である。情報処理装置10aは、3Dモデル生成装置20と、カメラパス生成装置30とを備える。
- 【0011】
- 3Dモデル生成装置20は、複数の被写体の3Dモデルを別々に生成する。
- 【0012】
- カメラパス生成装置30は、複数の被写体の3Dモデルを同じ空間に配置して、これら複数の被写体の3Dモデルを同時に撮像した際に、例えば、所定値以上の画質を維持できるカメラパス、即ち仮想視点の移動軌跡を生成する。 20
- 【0013】
- 以下、当該情報処理装置10aの詳細を説明する前に、必要な前提事項を説明する。
- 【0014】
- [1-1 . 前提事項の説明 - 3Dモデルの生成]
- 図2は、3Dモデル生成装置が3Dモデルを生成する流れの概要を示す図である。
- 【0015】
- 図2に示すように、3Dモデルの生成には、複数の撮像装置70(70a, 70b, 70c)による被写体90の撮像と、3Dモデリングにより被写体90の3D情報を有する3Dモデル90Mを生成する処理とが含まれる。 30
- 【0016】
- 具体的には、複数の撮像装置70は、図2に示すように、現実世界に存在する被写体90を取り囲むように、被写体90の外側に、内側向きに配置される。図2は、撮像装置の台数が3台の例を示しており、撮像装置70a, 70b, 70cが被写体90の周りに配置されている。なお、図2においては、所定の動作を行う人物が被写体90とされている。また、撮像装置70の台数は3台に限定されるものではなく、より多くの台数の撮像装置を備えてもよい。
- 【0017】
- 異なる視点から、3台の撮像装置70a, 70b, 70cによって、同期してVolumetric撮影された複数の視点画像を用いて3Dモデリングが行われ、3台の撮像装置70a, 70b, 70cの映像フレーム単位で被写体90の3Dモデル90Mが生成される。 40
- 【0018】
- 3Dモデル90Mは、被写体90の3D情報を有するモデルである。なお、3Dモデル90Mは、本開示における3Dオブジェクトの一例である。3Dモデル90Mは、被写体90のジオメトリ情報を、ポリゴンメッシュと呼ばれる、頂点(Vertex)と頂点との繋がりで表現したメッシュデータと、各ポリゴンメッシュに対応した、テクスチャ情報とデプス情報(距離情報)とを有する。なお、3Dモデル90Mが有する情報はこれらに限定されるものではなく、その他の情報を有してもよい。なお、被写体90のデプス情報は、例えば、隣接する撮像装置で撮像された画像から検出した、被写体90の同じ領域の視差に 50

基づいて算出する。なお、撮像装置の近傍に測距機構を備えるセンサを設置して、当該センサによって被写体 90 までの距離を測定することによってデプス情報を得てもよい。

【0019】

3Dモデル90Mには、メッシュ位置に応じて、当該メッシュの色や模様や質感を表すテクスチャを貼り付ける、いわゆるテクスチャマッピングが施される。テクスチャマッピングは、3Dモデル90Mのリアリティを向上させるために、視点位置に応じた (View Dependent) テクスチャを貼り付けるのが望ましい。これにより、3Dモデル90Mを任意の仮想視点から撮像した際に、視点位置に応じてテクスチャが変化するため、より高画質の仮想画像が得られる (図4参照)。しかし、計算量が増大するため、3Dモデル90Mには、視線位置に依存しない (View Independent) テクスチャを貼り付けてもよい。

10

【0020】

読み出された3Dモデル90Mを含むコンテンツデータは、再生側の装置に伝送されて再生される。3Dモデル90Mを含むコンテンツデータが再生されて、当該3Dモデル90Mのレンダリングが行われることにより、視聴者の視聴デバイスに3D形状映像が表示される。

【0021】

図2の例では、スマートフォンやタブレット端末等の携帯端末80が視聴デバイスとして用いられる。すなわち、携帯端末80の表示画面84に、3Dモデル90Mを含む画像が表示される。

【0022】

[1-2. 前提事項の説明 - 単体3Dモデルの仮想視点映像の生成]

図3は、カメラパス生成装置が、単体の3Dモデルを仮想視点から撮像した仮想画像を生成する方法を説明する図である。図3において、撮像装置70 (70a, 70b, 70c) は、被写体90の3Dモデル90Mを作成する際に使用した撮像装置である。以降、撮像装置70 (70a, 70b, 70c) を、実カメラ70と呼ぶ。なお、実カメラ70は、本開示における撮像手段の一例である。3Dモデル90Mを使用する各種アプリケーションでは、生成した3Dモデル90Mを様々な方向から撮像できるのが望ましい。そのため、3Dモデル90Mを実カメラ70とは異なる位置 (仮想視点) から撮像した画像 (仮想画像) を生成する技術が開発されている。

20

【0023】

例えば、図3において、仮想視点V1に置かれた仮想カメラ72aが3Dモデル90Mを撮像した際に得られる仮想画像J1 (非図示) を生成する場合を想定する。仮想画像J1は、仮想カメラ72aの近傍に置かれた実カメラ70aと実カメラ70cとがそれぞれ撮像した3Dモデル90Mの画像を補間することによって生成することができる。すなわち、実カメラ70aが撮像した3Dモデル90Mの画像と、実カメラ70cが撮像した3Dモデル90Mの画像との対応付けを行って、被写体90のデプス情報を算出する。そして、算出されたデプス情報に対応する領域のテクスチャを仮想カメラ72aに投影することによって、仮想カメラ72aから見た3Dモデル90M (被写体90) の仮想画像J1を生成することができる。

30

【0024】

同様にして、実カメラ70bと実カメラ70cとの近傍の仮想視点V2に置かれた仮想カメラ72bから見た3Dモデル90Mの仮想画像J2 (非図示) は、実カメラ70bが撮像した3Dモデル90Mの画像と、実カメラ70cが撮像した3Dモデル90Mの画像とを補間することによって生成することができる。なお、以降、仮想カメラ72a, 72bを総称して仮想カメラ72と呼ぶ。また、仮想視点V1, V2を総称して仮想視点Vと呼び、仮想画像J1, J2を総称して仮想画像J (非図示) と呼ぶ。

40

【0025】

このようにして得られた仮想画像Jは、補間によって生成された画像であるため、実カメラ70が撮像した3Dモデル90Mの画像と比較すると、画質が劣化する。

【0026】

50

すなわち、3Dモデル90Mを取り囲むように仮想カメラ72を1周させた場合に得られる仮想画像Jの画質は、仮想カメラ72を実カメラ70と同じ位置に置いて、実カメラ70と同じ条件で撮像するとした場合に、最も良くなる。一方、仮想カメラ72を実カメラ70から離れた位置に置いた場合に生成される仮想画像Jの画質は、実カメラ70が撮像した画像の画質に比べて低下したものになる。

【0027】

その際、画質の低下度は、仮想カメラ72の配置位置及び光学パラメータと、実カメラ70の配置位置及び光学パラメータとによって決まり、一般には、両者の差が大きいほど画質の低下が大きくなる。

【0028】

次に、図4を用いて、仮想画像Jの生成例を説明する。図4は、カメラパス生成装置が、単体の3Dモデルを仮想視点から撮像した仮想画像の生成例を説明する図である。

【0029】

被写体90を、異なる方向から9台の実カメラ70で撮像して、3Dモデル90Mを生成したとする。その結果、各々の実カメラ70によって、図4に示す9枚の画像Ia乃至Igがそれぞれ撮像されたとする。このとき、図4に示す位置に置いた仮想カメラ72aによって撮像される、3Dモデル90Mの仮想画像Jaを生成する方法を説明する。

【0030】

説明を簡単にするために、3Dモデル90MのポリゴンPの仮想画像を生成する場合を例にあげて説明する。なお、3Dモデル90Mは、任意に設定したワールド座標系XYZの既知の位置に置かれているとする。

【0031】

まず、3Dモデル90Mと仮想カメラ72aとの位置関係を求める。なお、仮想カメラ72aの配置位置(X_v, Y_v, Z_v)、すなわち仮想視点は既知であるとする。3Dモデル90MのポリゴンPのワールド座標系XYZにおける位置は既知であるから、ポリゴンPと仮想カメラ72aとの位置関係、すなわち図4に示すベクトルBは一意に定まる。

【0032】

次に、9枚の画像Ia乃至Igの各々について、仮想画像の生成を行う際に使用する画像の候補を選択する。具体的には、各々の画像Ia乃至IgにポリゴンPが写っているかを判定する。ポリゴンPが写っているか否かの判定は、オクルージョンが発生しているかの判定と、各画像のポリゴンPに対応する領域のデプス情報が、実際のデプスと一致しているかの判定と、に基づいて行えばよい。図4の例では、画像Ib, Ic, Ie, If, Ih, Iiの6枚にポリゴンPが写っているものとする。一方、画像Ia, Id, Igには、ポリゴンPが写っていないものとする。

【0033】

次に、仮想画像の生成を行う際に使用する画像の候補を撮像した実カメラ70の位置と仮想カメラ72aの位置とを比較して、実カメラ70を、仮想カメラ72aから近い順にソートする。

【0034】

実カメラ70と仮想カメラ72aの近さの判定には、様々な尺度を使用することができる。例えば、各々の実カメラ70が撮像した画像に写ったポリゴンPと3Dモデル90MのポリゴンPとを結ぶ線分と、前記したベクトルBとのなす角度が小さいほど、実カメラ70と仮想カメラ72aとが近いと判定してもよい。

【0035】

また、実カメラ70と仮想カメラ72aとの距離が小さいほど、実カメラ70と仮想カメラ72aとが近いと判定してもよい。

【0036】

さらに、ポリゴンPの撮像倍率が近いほど、実カメラ70と仮想カメラ72aとが近いと判定してもよい。具体的には、被写体90の被写体サイズhと、カメラから被写体90までの距離Dと、撮像に用いるレンズの焦点距離fとから式(1)によって算出される被

10

20

30

40

50

写体 90 の像サイズ p が近いほど、実カメラ 70 と仮想カメラ 72 a とが近いと判定してもよい。

【0037】

$$p = h * (f / D) \dots (1)$$

【0038】

また、ユーザ自身が、仮想カメラ 72 a に近い実カメラ 70 を選択してもよい。

【0039】

次に、仮想カメラ 72 a から近い順に、実カメラ 70 に重みを付与して、付与された重みに基づいてレンダリングされたテクスチャを、仮想画像 J にマッピングしてレンダリングする。これによって、仮想カメラ 72 a から見た、ポリゴン P の仮想画像 J が生成される。なお、同様の処理を 3D モデル 90 M の複数のポリゴンに対して行うことによって、仮想カメラ 72 a から見た 3D モデル 90 M の仮想画像 J を生成することができる。

10

【0040】

以下、図 5 を用いて、前記した仮想画像 J の作成方法を、フローチャートを用いて説明する。図 5 は、カメラパス生成装置が仮想画像を生成する手順の一例を示すフローチャートである。

【0041】

まず、3D モデル 90 M を撮像する仮想視点 V を設定する (ステップ S11)。

【0042】

次に、3D モデル 90 M と仮想視点 V との位置関係を算出する (ステップ S12)。

20

【0043】

さらに、レンダリングに使用する実カメラ 70 を選択する (ステップ S13)。

【0044】

次に、仮想視点 V から近い順に、ステップ S13 で選択された実カメラ 70 をソートする (ステップ S14)。

【0045】

そして、仮想視点 V に最も近い実カメラ 70 から順に、重みを付けてレンダリング処理を行う (ステップ S15)。

【0046】

[1 - 3 . 情報処理装置のハードウェア構成の説明]

30

図 6 は、第 1 の実施形態の情報処理装置のハードウェア構成の一例を示すハードウェアブロック図である。情報処理装置 10 a は、CPU (Central Processing Unit) 40 と、ROM (Read Only Memory) 41 と、RAM (Random Access Memory) 42 と、記憶部 43 と、入出力コントローラ 44 と、が内部バス 45 で接続された構成を有する。

【0047】

CPU 40 は、記憶部 43 に格納されている制御プログラム P1 と、ROM 41 に格納されている、カメラパラメータ等の各種データファイルとを RAM 42 上に展開して実行することによって、情報処理装置 10 a の全体の動作を制御する。すなわち、情報処理装置 10 a は、制御プログラム P1 によって動作する一般的なコンピュータの構成を有する。なお、制御プログラム P1 は、ローカルエリアネットワーク、インターネット、デジタル衛星放送といった、有線又は無線の伝送媒体を介して提供されてもよい。また、情報処理装置 10 a は、一連の処理をハードウェアによって実行してもよい。なお、CPU 40 が実行する制御プログラム P1 は、本開示で説明する順序に沿って時系列に処理が行われるプログラムであってもよいし、並列に、あるいは呼び出しが行われたとき等の必要なタイミングで処理が行われるプログラムであってもよい。

40

【0048】

記憶部 43 は、例えばフラッシュメモリにより構成されて、CPU 40 が実行する制御プログラム P1 と、3D モデル 90 M と、を記憶する。なお、3D モデル 90 M は一般に大容量であるため、情報処理装置 10 a とインターネット等で接続された非図示の外部サ

50

サーバから、必要に応じてダウンロードして、記憶部 4 3 に記憶するようにしてもよい。

【 0 0 4 9 】

記憶部 4 3 は、更に、スコアマップ M (,) と、カメラパス C p とを記憶する。スコアマップ M (,) は、3 D モデル 9 0 M を仮想カメラ 7 2 で撮像した仮想画像 J の画質に関連したパラメータを数値化したマップである。スコアマップ M (,) は、3 D モデル 9 0 M 毎に生成される。スコアマップ M (,) について、詳しくは後述する。なお、スコアマップ M (,) は、本開示におけるマップの一例である。カメラパス C p は、例えば、スコアマップ M (,) に基づいて生成された、所定値以上の画質を維持しながら仮想カメラ 7 2 を移動した際の、仮想視点の移動軌跡であるカメラパス C p を記憶する。カメラパス C p について、詳しくは後述する。

10

【 0 0 5 0 】

入出力コントローラ 4 4 は、タッチパネルインタフェース 4 6 を介して、情報処理装置 1 0 a に係る情報を表示する液晶ディスプレイ 5 4 に積層されたタッチパネル 5 0 の操作情報を取得する。また、入出力コントローラ 4 4 は、ディスプレイインタフェース 4 7 を介して、液晶ディスプレイ 5 4 に画像情報を表示する。また、入出力コントローラ 4 4 は、カメラインタフェース 4 8 を介して、実カメラ 7 0 の動作を制御する。

【 0 0 5 1 】

さらに、図 6 には示さないが、入出力コントローラ 4 4 は、無線通信又は有線通信によって、非図示の外部サーバ等との間で通信を行う。これによって、情報処理装置 1 0 a は、例えば、別の場所で作成された 3 D モデル 9 0 M を受信する。

20

【 0 0 5 2 】

[1 - 4 . 情報処理装置の機能構成の説明]

図 7 は、第 1 の実施形態の情報処理装置の機能構成の一例を示す機能ブロック図である。情報処理装置 1 0 a の CPU 4 0 は、制御プログラム P 1 を RAM 4 2 上に展開して動作させることによって、図 7 に示す各機能部を実現する。

【 0 0 5 3 】

すなわち、情報処理装置 1 0 a の CPU 4 0 は、3 D モデル生成装置 2 0 として、撮像制御部 8 1 と、3 D モデル生成部 8 2 と、スコアマップ生成部 8 3 とを実現する。

【 0 0 5 4 】

撮像制御部 8 1 は、実カメラ 7 0 の動作を制御することによって、被写体 9 0 の撮像を行う。

30

【 0 0 5 5 】

3 D モデル生成部 8 2 は、撮像制御部 8 1 が撮像した被写体 9 0 の画像に基づいて、当該被写体 9 0 の 3 D モデル 9 0 M を生成する。

【 0 0 5 6 】

スコアマップ生成部 8 3 は、3 D モデル 9 0 M に対して、当該 3 D モデル 9 0 M を見る仮想視点の位置と、当該仮想視点の位置から 3 D モデル 9 0 M を見た際に得られる仮想画像 J の画質と、の関係性を予測する。そして、スコアマップ生成部 8 3 は、推定した仮想画像 J の画質を可視化したスコアマップ M (,) を生成する。なお、スコアマップ生成部 8 3 は、本開示における画質予測部の一例である。スコアマップ M (,) の具体的な生成方法については後述する。

40

【 0 0 5 7 】

また、情報処理装置 1 0 a の CPU 4 0 は、カメラパス生成装置 3 0 として、3 D モデル配置指定部 9 1 と、カメラパス生成部 9 2 と、カメラパス表示部 9 3 と、カメラパス選択部 9 4 と、レンダリング処理部 9 5 とを実現する。

【 0 0 5 8 】

3 D モデル配置指定部 9 1 は、同一空間における複数の 3 D モデル 9 0 M の配置位置を指定する。具体的には、操作制御部 9 8 によって、3 次元空間における配置位置を指定する。

【 0 0 5 9 】

50

カメラパス生成部 9 2 は、3 D モデル配置指定部 9 1 が指定した複数の 3 D モデル 9 0 M の配置位置と、当該 3 D モデル 9 0 M の各々に対して、スコアマップ生成部 8 3 が生成したスコアマップ M (,) とに基づいて、仮想視点 V の移動軌跡であるカメラパス C p を生成する。なお、カメラパス C p の生成条件には、様々なものが考えられる。例えば、できるだけ所定値以上の画質を維持できるようなカメラパス C p を生成してもよい。また、画質が粗い仮想視点を避けるようにカメラパス C p を生成してもよいし、ユーザが設定したカメラパスを、より高い画質が得られるカメラパス C p に変更してもよい。なお、カメラパス生成部 9 2 は、本開示における移動軌跡生成部の一例である。カメラパス C p の具体的な生成方法については後述する。

【 0 0 6 0 】

カメラパス表示部 9 3 は、カメラパス生成部 9 2 が生成したカメラパス C p を液晶ディスプレイ 5 4 に表示させる。

【 0 0 6 1 】

カメラパス選択部 9 4 は、カメラパス生成部 9 2 が生成した複数のカメラパス C pの中から、操作者に指定されたカメラパス C p を選択する。

【 0 0 6 2 】

レンダリング処理部 9 5 は、カメラパス選択部 9 4 によって選択されたカメラパス C p に沿って仮想視点 V を移動させながら、仮想視点 V から見た複数の 3 D モデル 9 0 M のレンダリングを行い、仮想画像 J を生成する。

【 0 0 6 3 】

更に、情報処理装置 1 0 a の CPU 4 0 は、3 D モデル生成装置 2 0 及びカメラパス生成装置 3 0 を操作する際の操作制御を行う機能として操作制御部 9 8 を実現する。また、3 D モデル生成装置 2 0 及びカメラパス生成装置 3 0 に係る情報を表示する表示制御を行う機能として表示制御部 9 9 を実現する。

【 0 0 6 4 】

操作制御部 9 8 は、タッチパネル 5 0 を制御することによって、操作者の 3 D モデル生成装置 2 0 及びカメラパス生成装置 3 0 に係る操作指示を取得して、関連する機能部に受け渡す。

【 0 0 6 5 】

表示制御部 9 9 は、液晶ディスプレイ 5 4 を制御することによって、3 D モデル生成装置 2 0 及びカメラパス生成装置 3 0 からの各種情報の表示指示に従って表示を行う。

【 0 0 6 6 】

[1 - 5 . 画質スコアの算出方法の説明]

次に、本実施形態の情報処理装置 1 0 a が使用するスコアマップ M (,) について説明する。スコアマップ M (,) は、3 D モデル生成装置 2 0 が 3 D モデル 9 0 M を作成する際に同時に生成する、被写体 9 0 を見る方向毎に、当該 3 D モデル 9 0 M を見た仮想画像 J の画質を数値化したマップである。

【 0 0 6 7 】

図 8 は、被写体を撮像する実カメラのレイアウトを説明する図である。被写体 9 0 の 3 D モデル 9 0 M を作成する際には、複数の実カメラ 7 0 が、被写体 9 0 を取り囲むように配置される。各々の実カメラ 7 0 は、一般にカメラの光学パラメータ (レンズ焦点距離、画素数、センササイズ等) と、撮像する映像のフォーマット (H D (High Definition) , フル H D , 4 K , 8 K 等) とがそれぞれ異なっている。

【 0 0 6 8 】

図 8 の例では、5 台の実カメラ 7 0 (7 0 a , 7 0 b , 7 0 c , 7 0 d , 7 0 e) を、被写体 9 0 の周りに配置している。なお、実カメラ 7 0 の X Y 平面上における方向を角度 で表す。また、実カメラ 7 0 の X Z 平面上における方向を角度 で表す。すなわち、実カメラ 7 0 の配置位置は、座標 (,) で特定される。

【 0 0 6 9 】

実カメラ 7 0 a は、X Y 平面上に、被写体 9 0 の正面方向に、被写体 9 0 の正面を向い

10

20

30

40

50

て配置されている。実カメラ70bは、被写体90のやや上方から被写体90の正面を向いて配置されている。なお、図8では、カメラの画角を、二等辺三角形の頂角で表しており、実カメラ70bは広角レンズを装着しており、他の実カメラに比べて画角が広いことを表している。実カメラ70cは、被写体90の上方から被写体90の正面を見下ろす方向に配置されている。

【0070】

さらに、実カメラ70dは、被写体90の背面側に、被写体90の背面を向いて配置される。実カメラ70eは、被写体90が視野外となる向きに配置されている。なお、実カメラ70aから実カメラ70dは、被写体90から略等距離の位置に配置されており、実カメラ70eは、より遠方に配置されているとする。

10

【0071】

カメラパス生成装置10は、各々の実カメラ70が撮像する被写体90の画像の画質を可視化したスコアマップM()を生成する。以下、画像の画質を定量化する方法と、スコアマップM()の生成手順を順に説明する。

【0072】

まず、情報処理装置10aは、各々の実カメラ70a乃至70eが撮像する画像の画質スコアIqを予測する。画質スコアIqは、例えば式(2)によって算出されるものとする。

【0073】

$$Iq = e * (p / s) * visibility * weight \dots (2)$$

20

【0074】

式(2)のeは、実カメラ70の解像度(画素数)である。例えばフルHD画質の実カメラ70の場合、 $e = 1920$ (横) \times 1080 (縦)画素である。また、4K画質の実カメラ70の場合、 $e = 3840$ (横) \times 2160 (縦)画素である。また、式(2)のpは、前記した式(1)で算出される被写体90の像サイズである。また、sは、実カメラ70が備えるイメージセンサのサイズである。例えば、フルサイズのイメージセンサの場合、 $s = 36.0$ (横) \times 24.0 (縦)mm、APS-Cサイズのイメージセンサの場合、 $s = 23.6$ (横) \times 15.8 (縦)mmになる。即ち、式(2)における(p/s)は、実カメラ70が撮像した画像の中で、被写体90が占める割合を示す。そして、式(2)における $e * (p / s)$ は、被写体90が何画素の像として撮像されるかを表す。即ち、 $e * (p / s)$ の値が大きいほど、画質スコアIqは高くなる。このように、情報処理装置10aは、3Dモデル90M(3Dオブジェクト)を生成する際に使用する実カメラ70(撮像手段)の光学パラメータと、実カメラ70と3Dモデル90Mとの距離Dと、に基づいて、仮想画像Jの画質を予測する。

30

【0075】

式(2)のVisibilityは、画像に被写体90(3Dモデル90M)が写っているか否か、即ち実カメラ70が被写体90を捉えているか否かを表す情報である。例えば、被写体90が写っている場合は、Visibility = 1であり、被写体90が写っていない場合は、Visibility = 0である。weightは、任意に設定した重みである。例えば、実カメラ70が被写体90の正面に位置する場合、即ち被写体90を正面から捉えている場合にweight = 1.0、それ以外の場合はweight = 0.5等に設定される。なお、画質スコアIqの算出式は、式(2)に限定されるものではなく、その他のパラメータを考慮してもよい。例えば、被写体90がぼけている場合は、ぼけの程度に応じて、画質スコアIqの減算を行ってもよい。

40

【0076】

式(2)によって算出される画質スコアIqは、実カメラ70が、被写体90(3Dモデル90M)を正面から大写した場合ほど、即ち被写体90を正面から画面一杯に映るように撮像した場合ほど大きい値になる。

【0077】

3Dモデル生成装置20は、式(2)によって算出された画質スコアIqを、実カメラ

50

70の配置位置に対応する空間(,)に配置することによって、3Dモデル90M(3Dオブジェクト)を見る方向毎にスコアマップM(,)を生成する。詳しくは後述する(図11参照)。

【0078】

次に、図9を用いて、具体的な画質スコアIqの算出例を説明する。図9は、画質スコアの算出例を説明する図である。特に、図9は、被写体90の高さを $h = 1.5\text{ m}$ として、前記した式(1)、式(2)によって、画質スコアIqを算出した例である。なお、画素数e及びイメージセンサのサイズsは、それぞれ、被写体90の高さ方向に対応する縦方向の値である。

【0079】

なお、実カメラ70が撮像した画像の中に被写体90の顔が写っていない場合、画質スコアIqは0とする。更に、撮像した画像に対して、合焦時を100点満点とするフォーカスの評価を行う。そして、例えば評価点が50点の場合、画質スコアIqを0.5倍するものとする。

【0080】

図9に示すように、実カメラ70a, 70b, 70cは、それぞれ、解像度や撮像条件が異なっているが、式(1)、式(2)を用いることによって、撮像された画像の画質を同じ土俵で比較することができる。

【0081】

[1-6.スコアマップの生成方法の説明]

次に、図10, 図11を用いて、画質スコアIqを可視化したスコアマップM(,)の生成手順を説明する。図10は、実カメラのレイアウトの一例を示す図である。図11は、スコアマップの生成例を説明する図である。

【0082】

一例として、図10に示すように、3台の実カメラ70a, 70b, 70cを、3Dモデル90M(被写体90)の周りに配置した場合を想定する。具体的には、上面視において、角度 θ の基準方向に対して、実カメラ70aは、 $\theta = 1$ の方向に配置されている。実カメラ70bは、 $\theta = 2$ の方向に配置されている。そして、実カメラ70cは、 $\theta = 3$ の方向に配置されている。なお、3Dモデル90Mは、実カメラ70a, 70bの方向を向いている。即ち、実カメラ70a, 70bは、3Dモデル90Mを正面方向から撮像する。一方、実カメラ70cは、3Dモデル90Mの背面側を向いて配置されている。なお、実カメラ70aは、実カメラ70b, 70cに対して、焦点距離fの長いレンズを備えている。

【0083】

また、実カメラ70a, 70b, 70cは、それぞれ、図10に示すように3Dモデル90M(被写体90)を斜め上方から見下ろす位置に配置されているとする。具体的には、側面視において、角度 θ の基準方向に対して、実カメラ70aは、 $\theta = 1$ の方向に配置されている。実カメラ70bは、 $\theta = 2$ の方向に配置されている。そして、実カメラ70cは、 $\theta = 3$ の方向に配置されている。

【0084】

3Dモデル90Mから、角度 θ 、距離Dの位置にある実カメラ70で撮像した画像の画質がよい場合、角度 θ を保った状態で、仮想カメラ72aを3Dモデル90Mに近づけた場合、3Dモデル90Mをより拡大して撮像した状態になるため、3Dモデル90Mが画面一杯に撮像できる位置まで近接しても、実カメラ70aが撮像した画像の画質が維持される。そして、仮想カメラ72aを、最近接点74a(図10参照)を超えて3Dモデル90Mに近づけると、3Dモデル90Mがフレームアウトしてしまうため、3Dモデル90Mが撮像できない状態になる、即ち実カメラ70aが撮像した画像の画質は維持されない。一方、仮想カメラ72aを実カメラ70aの位置から角度 θ を保った状態で遠ざけた場合は、当該仮想カメラ72aの焦点距離fと実カメラ70aの焦点距離fとが同じであるとすると、3Dモデル90Mが小さく撮像されるだけであるので、実カメラ70aが撮

10

20

30

40

50

像した画像の画質は維持される。

【 0 0 8 5 】

同様にして、実カメラ 7 0 b , 7 0 c が撮像した 3 D モデル 9 0 M の画像の画質は、図 1 0 に示した最近接点 7 4 b , 7 4 c から遠方において維持される。なお、最近接点 7 4 a , 7 4 b , 7 4 c の具体的な位置は、実カメラ 7 0 a , 7 0 b , 7 0 c の撮像条件、具体的には 3 D モデル 9 0 M の撮像倍率に基づいて算出することができる。

【 0 0 8 6 】

スコアマップ生成部 8 3 (図 7 参照) は、このような位置関係で配置された実カメラ 7 0 a , 7 0 b , 7 0 c で撮像された画像の画質スコア I q を可視化したスコアマップ M (,) を、図 1 1 に示すフローチャートに従って作成する。

10

【 0 0 8 7 】

スコアマップ生成部 8 3 は、まず、実カメラ 7 0 a , 7 0 b , 7 0 c それぞれについて画質スコア I q を算出する (ステップ S 2 1) 。なお、画質スコア I q の算出手順は前記した通りである。

【 0 0 8 8 】

次に、スコアマップ生成部 8 3 は、算出された画質スコア I q を (,) 平面にプロットする (ステップ S 2 2) 。画質スコア I q を実際にプロットした例を図 1 1 の上段に示す。 (,) 平面には、実カメラ 7 0 a , 7 0 b , 7 0 c の配置位置に対応する座標 (1 , 1) , (2 , 2) , (3 , 3) の各位置に、画質スコア I q の値がそれぞれプロットされる。

20

【 0 0 8 9 】

次に、スコアマップ生成部 8 3 は、 (,) 平面にプロットされた画質スコア I q の値を、 (,) 平面の周囲に拡散させることによって、各実カメラ 7 0 に対するスコアマップを生成する (ステップ S 2 3) 。

【 0 0 9 0 】

仮想カメラ 7 2 を実カメラ 7 0 の近傍に配置した場合、仮想カメラ 7 2 と実カメラ 7 0 との角度差が小さく、尚且つ、仮想カメラ 7 2 が 3 D モデル 9 0 M を画像内に捕捉している場合には、画質スコア I q の値はほぼ等しいと見做すことができる。したがって、各実カメラ 7 0 に対するスコアマップにおいて、実カメラ 7 0 と仮想カメラ 7 2 との間に多少の角度差があっても、それを許容するように、プロットされた画質スコア I q を周囲に拡散させる。

30

【 0 0 9 1 】

具体的には、平滑化演算を行うことによって、画質スコア I q を (,) 平面で周囲に拡散させればよい。平滑化演算は、例えば、公知のガウシアンフィルタを用いればよい。画質スコア I q を周囲に拡散させることによって、図 1 1 の中段に示すように、各実カメラ 7 0 の配置位置を中心とする山形のスコア分布が得られる。なお、図 1 1 は、見やすくするために離散値が分布したように描いているが、実際は、連続値が格納された単峰性の分布を形成する。すなわち、画質スコア I q は、実カメラ 7 0 の設置位置において最も高くなり、実カメラ 7 0 の設置位置から離れるにしたがって単調に減少する分布をなす。

【 0 0 9 2 】

なお、平滑化演算を行う際に作用させるフィルタのサイズは、画質スコア I q の値に応じて変更してもよい。すなわち、画質スコア I q が高い場合は、実カメラ 7 0 と仮想カメラ 7 2 との間の角度差が多少大きくなっても、高い画質を維持できると考えられるため、フィルタサイズの大きい平滑化フィルタを作用させるのが望ましい。この場合、平滑化された画質スコア I q は、緩やかな単峰性の分布を形成する。

40

【 0 0 9 3 】

逆に、画質スコア I q が低い場合は、実カメラ 7 0 と仮想カメラ 7 2 との間の角度差が大きくなると、画質が急激に低下することが予想される。したがって、フィルタサイズの小さい平滑化フィルタを作用させるのが望ましい。この場合、平滑化された画質スコア I q は、急峻な単峰性の分布を形成する。

50

【0094】

そして、スコアマップ生成部83は、各実カメラ70a, 70b, 70cに対するスコアマップを1枚のスコアマップM(,)に統合する(ステップS24)。なお、各実カメラ70a, 70b, 70cのスコアマップを統合する際、同じ座標(,)において、複数の実カメラ70が画質スコアIqを有する場合、スコアマップM(,)には、それらの最大値を格納する。

【0095】

なお、スコアマップM(,)は、前記した(,)平面にプロットしたものに限定されない。すなわち、実カメラ70と3Dモデル90Mとの距離に応じた画質スコアIqをプロットしたものであってもよい。また、実カメラ70の焦点距離fに応じた画質スコアIqをプロットしたものであってもよい。また、実カメラ70の解像度に応じた画質スコアIqをプロットしたものであってもよい。さらに、実カメラ70に写った3Dモデル90Mの大きさに応じた画質スコアIqをプロットしたものであってもよい。

10

【0096】

また、スコアマップ生成部83は、更に、前記した最近接点74a, 74b, 74cと3Dモデル90Mとの距離を記憶したマップを生成してもよい。

【0097】

[1-7. カメラパスの生成方法の説明]

次に、図12を用いて、カメラパスCpの生成方法を説明する。図12は、カメラパスの生成方法を説明する図である。

20

【0098】

カメラパス生成部92は、同一空間に複数の3Dモデル90Mを配置した場合に、それら複数の3Dモデル90Mを撮像した際に、例えば、できるだけ所定値以上の画質を維持できる、仮想視点Vの移動軌跡であるカメラパスCpを生成する。

【0099】

図12は、2つの3Dモデル90Ma(被写体90a), 90Mb(被写体90b)を同一空間に配置した状態を示す上面図である。

【0100】

なお、各3Dモデル90Ma, 90Mbに対するスコアマップMa(,), Mb(,)は、図12に示すように、既に生成済であるとする。

30

【0101】

カメラパス生成部92は、まず、画質の予測結果であるスコアマップMa(,), Mb(,)を参照して、仮想カメラ72が、各3Dモデル90Ma, 90Mbを高画質で撮像できると推定される領域を、3次元空間に再構成する。

【0102】

例えば、3Dモデル90Maに対するスコアマップMa(,)において、高い画質を得られると予測されたクラスタC1に着目する。クラスタC1において、特に画質が高い領域は、角度 = 1を中心とする角度範囲 aに分布する。また、画質が高いと推定される領域は、角度 = 1を中心とする角度範囲 bに分布する。

【0103】

すなわち、特に画質が高い領域は、3Dモデル90Maの位置から、角度 1の方向に延びて、角度範囲 aの広がりを持つ円錐領域として再構成される。同様に、画質が高いと推定される領域は、3Dモデル90Maの位置から、角度 1の方向に延びて、角度範囲 bの広がりを持つ円錐領域として再構成される。

40

【0104】

スコアマップMa(,), Mb(,)における他のクラスタについても、同様にして画質が高いと推定される領域を3次元空間に再構成することができる。なお、実際には、方向も加味して、3次元空間に円錐領域を再構成するが、ここでは簡単のため、方向のみで説明を進める。

【0105】

50

カメラパス生成部 9 2 は、図 1 2 に示す再構成結果を参照することによって、なるべく画質の高い領域を長く通過することを条件にしてカメラパス C p を生成する。なお、カメラパス生成部 9 2 は、制約条件として、前記した最近接点よりも近い位置には近づけないことを考慮する。

【 0 1 0 6 】

なお、カメラパス C p は無限に生成することができるため、最初に、カメラパス C p の始点、又はカメラパス C p の始点と終点を指示するのが望ましい。

【 0 1 0 7 】

図 1 2 は、カメラパス C p の始点 1 1 0 と終点 1 1 2 を指定した場合に、カメラパス C p を生成した例である。カメラパス C p は、複数の 3 D モデル 9 0 M a (被写体 9 0 a) , 9 0 M b (被写体 9 0 b) がともに高画質で撮像できると推定された領域を通過するのが望ましい。そのため、始点 1 1 0 と終点 1 1 2 は、図 1 2 に示すように、複数の 3 D モデル 9 0 M a , 9 0 M b がともに高画質で撮像できると推定された領域に設定される。なお、始点 1 1 0 及び終点 1 1 2 の設定は、情報処理装置 1 0 a の操作者が、液晶ディスプレイ 5 4 に表示された、高画質領域の再構成結果を見ながら、タッチパネル 5 0 を用いて行えばよい。

【 0 1 0 8 】

そして、カメラパス生成部 9 2 は、設定された始点 1 1 0 から、画質スコア I q ができるだけ高い位置を辿って、終点 1 1 2 に至るカメラパス C p を探索する。なお、カメラパス生成部 9 2 は、カメラパス C p が通過する各点において、併せて仮想カメラ 7 2 の向きを設定する。仮想カメラ 7 2 の向きは、全ての 3 D モデル 9 0 M a , 9 0 M b がともに撮像できるように設定される。もし、全ての 3 D モデル 9 0 M a , 9 0 M b がともに撮像できない場合は、図 1 2 の仮想カメラ 7 2 c のように、一部の被写体 9 0 a のみを捉えるようにしてもよい。

【 0 1 0 9 】

このようにして、カメラパス生成部 9 2 は、始点 1 1 0 に設置した仮想カメラ 7 2 a が、仮想カメラ 7 2 b , 仮想カメラ 7 2 c の順に移動して、終点 1 1 2 に設置した仮想カメラ 7 2 d に至るカメラパス C p を生成する。

【 0 1 1 0 】

なお、カメラパス C p を探索する際には、例えば、公知の動的計画法を適用することができる。即ち、微小な領域で探索した複数のカメラパス C p の候補にそれぞれ重みを付けて、始点 1 1 0 から終点 1 1 2 に至るカメラパス C p の重みの総和が最小になるようなカメラパス C p を生成すればよい。

【 0 1 1 1 】

カメラパス生成部 9 2 は、さらに、仮想カメラ 7 2 の移動速度を設定してもよい。具体的には、仮想カメラ 7 2 が画質の高い領域に置かれた場合はゆっくり移動させて、画質が低い領域に置かれた場合は、速く移動させるようにしてもよい。

【 0 1 1 2 】

また、カメラパス生成部 9 2 は、カメラパス C p が画質スコア I q の低い領域を通過せざるを得ない場合は、仮想カメラ 7 2 が、3 D モデル 9 0 M の方向を向かないように設定してもよい。

【 0 1 1 3 】

また、カメラパス C p を生成する際に、カメラパス C p が生成されやすくなるように、スコアマップ M (,) に調整を加えてもよい。例えば、スコアマップ M (,) に重みを加えて、注目したい被写体 9 0 の 3 D モデル 9 0 M の画質スコア I q を高い方向に補正してもよい。これにより、3 D モデル 9 0 M をより高い画質で撮像できる領域を優先的に通るカメラパス C p を生成することができる。

【 0 1 1 4 】

さらに、実カメラ 7 0 の解像度を考慮に入れて、解像度が高い実カメラ 7 0 で撮像した際の画質スコア I q を高い方向に補正してもよい。これにより、焦点距離 f が長いレンズ

10

20

30

40

50

で撮像した画像と、高い解像度で撮像した画像とが同じ画質スコア I q であった場合に、カメラパス C p を探索する際に、より高い解像度で撮像した実カメラ 7 0 の高画質領域を優先的に探索することができる。

【 0 1 1 5 】

また、複数の 3 D モデル 9 0 M の配置状態によっては、仮想カメラ 7 2 から見た場合に、複数の 3 D モデル 9 0 M が重なってしまう場合がある。カメラパス C p がこのような位置を通過するのは好ましくないため、遮蔽が発生する仮想カメラ 7 2 の設置位置を取り除いた状態でカメラパス C p を探索するようにしてもよい。なお、遮蔽が発生する仮想カメラ 7 2 の設置位置は、各 3 D モデル 9 0 M の設置位置から計算によって求めることができる。

10

【 0 1 1 6 】

また、仮想カメラ 7 2 は、同じ角度 方向に 3 D モデル 9 0 M から遠ざける分には高い画質を維持できると説明したが、カメラパス C p の探索の効率を上げるために、3 D モデル 9 0 M と仮想カメラ 7 2 との距離に上限値を設定してもよい。

【 0 1 1 7 】

カメラパス表示部 9 3 (図 7 参照) は、表示制御部 9 9 に対して、カメラパス生成部 9 2 が生成したカメラパス C p を液晶ディスプレイ 5 4 に表示させる。なお、カメラパス C p の表示形態は問わない。例えば、複数の 3 D モデル 9 0 M が配置された 3 次元空間に、生成したカメラパス C p を描画してもよいし、3 面図の形態でカメラパス C p を描画してもよい。

20

【 0 1 1 8 】

また、カメラパス生成部 9 2 は、複数のカメラパス C p を生成してもよい。生成された複数のカメラパス C p は、カメラパス表示部 9 3 と表示制御部 9 9 の作用によって液晶ディスプレイ 5 4 に表示される。そして、情報処理装置 1 0 a の操作者は、カメラパス選択部 9 4 (図 7 参照) の作用によって、1 つのカメラパス C p を選択する。具体的には、液晶ディスプレイ 5 4 に、色等の表示形態を変更して表示された複数のカメラパス C p の中から、カメラパス選択部 9 4 の作用によって、タッチパネル 5 0 で 1 つのカメラパス C p が選択されると、当該選択操作を検出した操作制御部 9 8 の作用によって、1 つのカメラパス C p が選択される。

【 0 1 1 9 】

30

[1 - 8 . カメラパスの生成補助方法の説明]

次に、図 1 3 を用いて、カメラパス C p の生成を補助する方法を説明する。図 1 3 は、カメラパスを生成する際のユーザインタフェースの一例を示す第 1 の図である。

【 0 1 2 0 】

前記したように、カメラパス C p は無限に生成することができるため、効率よくカメラパス C p を生成するためには、何らかの制約条件を課するのが望ましい。以下、図 1 3 , 図 1 4 を用いて、カメラパス C p を効率よく生成するためのユーザインタフェースを説明する。図 1 3 は、カメラパスを予測する際のユーザインタフェースの一例を示す第 1 の図である。図 1 4 は、カメラパスを予測する際のユーザインタフェースの一例を示す第 2 の図である。

40

【 0 1 2 1 】

図 1 3 は、複数の被写体 9 0 a , 9 0 b の配置状態と、実カメラ 7 0 の配置状態、及び各実カメラ 7 0 の撮像範囲 1 2 0 を、液晶ディスプレイ 5 4 に表示した例である。

【 0 1 2 2 】

図 1 3 に示すように、撮像範囲 1 2 0 は、実カメラの設置位置 1 2 1 と、高い画質を得られる範囲 1 2 2 (例えば、図 1 2 に示した角度範囲 a に相当) と、実カメラ 7 0 の焦点距離 1 2 3 とを有する情報である。

【 0 1 2 3 】

情報処理装置 1 0 a の操作者は、図 1 3 に示す情報が表示された液晶ディスプレイ 5 4 に対して、実カメラ 7 0 の位置を順になぞることによって、カメラパス C p を指定するこ

50

とができる。図 1 3 は、設置位置 1 2 1 a から、設置位置 1 2 1 b , 設置位置 1 2 1 c , 設置位置 1 2 1 d , 設置位置 1 2 1 e を順になぞることによって、カメラパス C p を設定した例である。このような方法を用いることによって、実カメラ 7 0 の配置が明確に可視化されるため、直観的にカメラパス C p を生成しやすい。

【 0 1 2 4 】

なお、実カメラ 7 0 の位置は前後に移動することもできるため、図 1 3 において、実カメラ 7 0 を被写体 9 0 a , 9 0 b に近づける、又は遠ざける方向になぞることも可能である。

【 0 1 2 5 】

図 1 4 は、複数の被写体 9 0 a , 9 0 b の配置状態と、実カメラ 7 0 の配置状態、及び各実カメラ 7 0 の撮像範囲 1 2 0 を、液晶ディスプレイ 5 4 に表示した例である。図 1 3 と異なる点は、実カメラ 7 0 の撮像範囲に、いずれの被写体を撮像するのに用いられた実カメラであるかを示す情報を付与している点である。

【 0 1 2 6 】

具体的には、図 1 4 において、被写体 9 0 a の 3 D モデルは、撮像範囲 1 2 0 a 1 , 1 2 0 a 2 , 1 2 0 a 3 , 1 2 0 a 4 , 1 2 0 a 5 をそれぞれ撮像する 5 台の実カメラ 7 0 によって生成されたことを示す。また、被写体 9 0 b の 3 D モデルは、撮像範囲 1 2 0 b 1 , 1 2 0 b 2 , 1 2 0 b 3 , 1 2 0 b 4 , 1 2 0 b 5 , 1 2 0 b 6 をそれぞれ撮像する 6 台の実カメラ 7 0 によって生成されたことを示す。

【 0 1 2 7 】

情報処理装置 1 0 a の操作者は、図 1 4 に示す情報が表示された液晶ディスプレイ 5 4 に対して、実カメラ 7 0 の位置を順になぞることによって、カメラパス C p を指定することができる。その際、被写体 9 0 a 又は被写体 9 0 b のいずれか一方、すなわち、特定の被写体に着目したカメラパス C p を指定することができる。

【 0 1 2 8 】

なお、図 1 3 又は図 1 4 に示す方法で指定されたカメラパス C p をカメラパス生成部 9 2 に渡して、カメラパス生成部 9 2 において、指定されたカメラパス C p を、より画質の高い仮想画像 J が得られるカメラパス C p になるように再計算させてもよい。

【 0 1 2 9 】

そして、カメラパス生成部 9 2 が生成したカメラパス C p 、又は図 1 3 , 図 1 4 に示す方法で指定されたカメラパス C p は、レンダリング処理部 9 5 に渡される。そして、レンダリング処理部 9 5 は、カメラパス C p に沿って仮想視点 V を移動させながら、複数の被写体 9 0 のレンダリングを行い、仮想画像 J を生成する。そして、レンダリング処理された仮想画像 J は、表示制御部 9 9 の作用によって、液晶ディスプレイ 5 4 に表示される。

【 0 1 3 0 】

[1 - 9 . カメラパス生成装置が行う処理の流れの説明]

次に、図 1 5 を用いて、カメラパス生成装置 3 0 が行う処理の流れを説明する。図 1 5 は、カメラパス生成装置が行う処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【 0 1 3 1 】

3 D モデル配置指定部 9 1 は、複数の被写体 9 0 の配置位置を指定する (ステップ S 3 1) 。

【 0 1 3 2 】

カメラパス生成部 9 2 は、3 D モデル生成装置 2 0 から、各被写体 9 0 のスコアマップ M (,) を取得する (ステップ S 3 2) 。

【 0 1 3 3 】

カメラパス生成部 9 2 は、できるだけ所定値以上の画質を維持できる、仮想視点 V の移動軌跡であるカメラパス C p を生成する (ステップ S 3 3) 。具体的なカメラパス C p の生成方法は、前記した通りである。なお、カメラパス生成部 9 2 は、所定値以上の (高い) 画質を維持できるカメラパス C p を生成する以外に、画質が粗い仮想視点を避けるようにカメラパス C p を生成してもよいし、ユーザが設定したカメラパスを、より高い画質が

10

20

30

40

50

得られるカメラパスC pに変更してもよい。

【0134】

カメラパス表示部93は、表示制御部99に対して、カメラパスC pを液晶ディスプレイ54に表示させる(ステップS34)。

【0135】

レンダリング処理部95は、仮想カメラ72の仮想視点をカメラパスC pに沿って移動させながら、被写体90のレンダリング処理を行う(ステップS35)。

【0136】

レンダリング処理部95は、更に、表示制御部99に対して、レンダリング処理の結果を液晶ディスプレイ54に表示させる(ステップS36)。

10

【0137】

以上説明したように、第1の実施形態の情報処理装置10aによると、情報処理装置10aが備えるスコアマップ生成部83(画質予測部)は、3Dモデル90M(3Dオブジェクト)に対して、当該3Dモデル90Mを見る仮想視点Vの位置と、当該仮想視点Vの位置から3Dモデル90Mを見た際に得られる仮想画像Jの画質と、の関係を予測する。

【0138】

これにより、3Dモデル90Mを任意の方向から撮像した際に得られる仮想画像Jの画質を推定して可視化することができる。

【0139】

また、第1の実施形態の情報処理装置10aによると、カメラパス生成部92(移動軌跡生成部)は、複数の3Dモデル90M(3Dオブジェクト)の配置位置と、当該3Dモデル90Mの各々に対して、スコアマップ生成部83(画質予測部)が予測した仮想画像Jの画質とに基づいて、仮想視点Vの移動軌跡であるカメラパスC pを生成する。

20

【0140】

これにより、異なる条件で生成された複数の3Dモデル90Mを同一空間に配置した際に、これら複数の3Dモデル90Mを同時に撮像できるとともに、できるだけ高い画質の仮想画像Jを生成することが可能なカメラパスC pを生成することができる。

【0141】

また、第1の実施形態の情報処理装置10aによると、スコアマップ生成部83(画質予測部)は、3Dモデル90M(3Dオブジェクト)を生成する際に使用する実カメラ70(撮像手段)の光学パラメータ(画素数e、イメージセンサのサイズs、焦点距離f)と、当該実カメラ70と3Dモデル90Mとの距離Dと、に基づいて仮想画像Jの画質を予測する。

30

【0142】

これにより、簡便な演算によって、画質を予測することができる。

【0143】

また、第1の実施形態の情報処理装置10aによると、光学パラメータは、実カメラ70(撮像手段)が撮像した画像に占める3Dモデル90M(3Dオブジェクト)の割合に係るパラメータである。

【0144】

これにより、3Dモデル90Mを生成した際に使用する実カメラ70の信号形式が異なる場合であっても、画質を同じ尺度で比較することができる。

40

【0145】

また、第1の実施形態の情報処理装置10aによると、3Dモデル90M(3Dオブジェクト)を見る方向は、実カメラ70(撮像手段)が3Dモデル90Mを捉えているか否かを示す情報と、3Dモデル90Mを正面から捉えているか否かを示す情報と、の少なくとも一方を含む。

【0146】

これにより、3Dモデル90Mの向きを考慮して画質を予測することができる。

【0147】

50

また、第 1 の実施形態の情報処理装置 10 a によると、スコアマップ生成部 83 (画質予測部) は、3Dモデル 90 M (3Dオブジェクト) を見る方向毎に、当該 3Dモデル 90 M を撮像した画像の画質に関連したパラメータを数値化したスコアマップ M (,) (マップ) を生成する。

【0148】

これにより、3Dモデル 90 M の撮像方向を考慮した画質を可視化することができる。

【0149】

また、第 1 の実施形態の情報処理装置 10 a によると、スコアマップ生成部 83 (画質予測部) は、数値化された仮想画像 J の画質に関連したパラメータを、当該仮想画像 J の撮像位置に応じた位置にプロットするとともに、プロットされた仮想画像 J の画質に関連したパラメータを、プロットされた位置から周囲に拡散することによって、スコアマップ M (,) (マップ) を生成する。

10

【0150】

これにより、仮想画像 J の画質を予測する際に、実カメラ 70 の位置と仮想カメラ 72 の位置とのずれを許容することができる。

【0151】

また、第 1 の実施形態の情報処理装置 10 a によると、スコアマップ生成部 83 (画質予測部) は、スコアマップ M (,) (マップ) にプロットされた仮想画像 J の画質を、平滑化演算することによって周囲に拡散させる。

【0152】

これにより、簡単な演算で、実カメラ 70 の位置と仮想カメラ 72 の位置とのずれの大きさを決めることができる。

20

【0153】

また、第 1 の実施形態の情報処理装置 10 a において、3Dモデル 90 M (3Dオブジェクト) は、視点位置に応じたテクスチャ情報を有する。

【0154】

これにより、仮想画像 J は、視点位置に応じてテクスチャが変化するため、より高画質でレンダリングすることができる。

【0155】

また、第 1 の実施形態の情報処理装置 10 a において、3Dモデル生成装置 20 は、複数の被写体 90 の 3Dモデル 90 M (3Dオブジェクト) を別々に生成する。

30

【0156】

これにより、複数の被写体 90 が存在する状態において、当該複数の被写体 90 をともに高画質で撮像することができる仮想カメラ 72 のカメラパス Cp を設定することができる。

【0157】

(2. 第 2 の実施形態)

前記したスコアマップ M (,) には、カメラパス Cp を生成する場合の他にも、効果的な使用方法がある。以下、スコアマップ M (,) のその他の用途について説明する。

40

【0158】

本開示の第 2 の実施形態である情報処理装置 10 b は、第 1 の実施形態で説明した 3Dモデル生成装置 20 が生成した被写体 90 の 3Dモデル 90 M について、スコアマップ M (,) に基づいて、3Dモデル 90 M の生成条件を評価する情報処理装置 10 b の例である。

【0159】

図 16 は、第 2 の実施形態の情報処理装置の基本構成の一例を示すブロック図である。情報処理装置 10 b は、3Dモデル生成装置 20 と、携帯端末 32 b とを備える。

【0160】

3Dモデル生成装置 20 は、第 1 の実施形態で説明したのと同じ機能を有する。なお、

50

ここで説明する3Dモデル生成装置20は、複数の3Dモデル生成装置20a, 20b, ...を備えるものとする。これは、複数の異なる場所に異なる3Dモデル生成装置20a, 20b, ...が置かれている場合を想定している。各3Dモデル生成装置20a, 20b, ...は被写体90の3Dモデル90Mと、スコアマップM(,)を生成する。そして、異なる場所で生成された複数の3Dモデル90MとスコアマップM(,)が、通信回線で接続されて、携帯端末32bに送信される。

【0161】

携帯端末32bは、3Dモデル生成装置20a, 20b, ...が生成したスコアマップM(,)を取得する。そして、携帯端末32bは、スコアマップM(,)を分析することによって、3Dモデル90Mを生成した際の実カメラ70の設置位置を評価する。そして、携帯端末32bは、評価結果を出力する。なお、携帯端末32bは、例えばスマートフォンやモバイルPC等である。

10

【0162】

なお、3Dモデル生成装置20のハードウェア構成は第1の実施形態で説明した通りである。また、携帯端末32bは、一般的なコンピュータの構成を有する。

【0163】

図17は、第2の実施形態の携帯端末の機能構成の一例を示す機能ブロック図である。携帯端末32bは、スコアマップ取得部33と、スコアマップ分析部34と、実カメラ位置提案部35とを備える。

【0164】

スコアマップ取得部33は、各3Dモデル生成装置20a, 20b, ...から、スコアマップM(,)を取得する。

20

【0165】

スコアマップ分析部34は、各3Dモデル生成装置20a, 20b, ...から取得したスコアマップM(,)に基づいて、3Dモデル90M(3Dオブジェクト)を生成する際に使用した実カメラ70(撮像手段)の配置条件を評価する。なお、スコアマップ分析部34は、本開示における配置評価部の一例である。

【0166】

実カメラ位置提案部35は、スコアマップ分析部34の分析結果を、該当する3Dモデル生成装置20a, 20b, ...に送信する。

30

【0167】

図18は、第2の実施形態の携帯端末の作用を説明する図である。携帯端末32bは、3Dモデル生成装置20(正確には、3Dモデル生成装置20a, 20b, ...のいずれか)から、図18に示すスコアマップM(,)を取得する。このスコアマップM(,)は、図18に示すように、被写体90に対して2台の実カメラ70a, 70bを配置した状態で生成した3Dモデル90Mの画質を表すものである。

【0168】

スコアマップ分析部34は、このスコアマップM(,)を参照して、角度 方向及び角度 方向について、情報が欠落した領域(即ち、実カメラ70が網羅していない領域)がないか、画質が低い領域がないか等を分析する。図18の例では、スコアマップ分析部34は、角度 方向に情報が欠落した領域w1があると判断する。すなわち、図18に示すように、欠落した領域w1に新たな実カメラ70cを設置して3Dモデル90Mを更新することによって、より広範囲が網羅された3Dモデル90Mを生成することができる。

40

【0169】

そして、実カメラ位置提案部35は、スコアマップM(,)を送信した3Dモデル生成装置20a, 20b, ...のいずれかに対して、前記した分析結果を送信する。そして、分析結果を受信した3Dモデル生成装置の操作者は、受信結果に応じて、3Dモデル90Mを更新する。

【0170】

以上説明したように、第2の実施形態の情報処理装置10bによると、スコアマップ分

50

析部 3 4 (配置評価部) は、スコアマップ M (,) (マップ) に基づいて、3 D モデル 9 0 M (3 D オブジェクト) を生成する際に使用した実カメラ 7 0 (撮像手段) の配置条件を評価する。

【 0 1 7 1 】

これにより、3 D モデル 9 0 M を生成する際の実カメラ 7 0 の設置位置を、スコアマップ M (,) によって可視化することによって、容易かつ確実に評価することができる。

【 0 1 7 2 】

(3 . 第 3 の実施形態)

本開示の第 3 の実施形態である情報処理装置 1 0 c (非図示) は、第 2 の実施形態で説明した情報処理装置 1 0 b において、携帯端末 3 2 b の代わりに携帯端末 3 2 c (非図示) を備える。なお、情報処理装置 1 0 c のハードウェア構成は、情報処理装置 1 0 b と変わらない。

10

【 0 1 7 3 】

情報処理装置 1 0 c が備える携帯端末 3 2 c は、第 1 の実施形態で説明した 3 D モデル生成装置 2 0 が生成した被写体 9 0 の 3 D モデル 9 0 M を受信する。そして、携帯端末 3 2 c は、操作者が指定した方向から、3 D モデル 9 0 M のレンダリング処理を行って、再構成された 3 D モデル 9 0 M を提示する。その際、携帯端末 3 2 c は、スコアマップ M (,) を参照して、画質が低い方向、又は情報が欠落している方向からの閲覧を避けるように、表示状態を制御する。

【 0 1 7 4 】

20

図 1 9 は、第 3 の実施形態の携帯端末の機能構成の一例を示す機能ブロック図である。携帯端末 3 2 c は、スコアマップ取得部 3 3 と、仮想カメラ設置禁止領域算出部 6 0 と、観測方向検出部 6 1 と、仮想画像生成部 6 2 と、仮想画像表示部 6 3 と、禁止領域用映像処理部 6 4 とを備える。

【 0 1 7 5 】

スコアマップ取得部 3 3 は、各 3 D モデル生成装置 2 0 a , 2 0 b , ... から、スコアマップ M (,) を取得する。

【 0 1 7 6 】

仮想カメラ設置禁止領域算出部 6 0 は、スコアマップ M (,) の中から、仮想視点 V を設置しない位置 (座標 (,) で示される方向) を算出する。なお、仮想視点 V を設置しない位置とは、例えば、情報が欠落した領域 (即ち、実カメラ 7 0 が網羅していない領域) や、画質が低い領域である。なお、仮想カメラ設置禁止領域算出部 6 0 は、本開示における閲覧禁止領域算出部の一例である。

30

【 0 1 7 7 】

観測方向検出部 6 1 は、携帯端末 3 2 c の操作者が指示した、レンダリング結果、即ち仮想画像 J の観測方向を検出する。具体的には、携帯端末 3 2 c が有する操作系によっても異なるが、例えば、携帯端末 3 2 c の向きを変えることによって観測方向を変更する場合は、観測方向検出部 6 1 は、携帯端末 3 2 c が備える、例えばジャイロセンサの出力をモニタすることによって、観測方向を検出する。また、携帯端末 3 2 c の画面をスワイプ操作することによって観測方向を変更する場合は、観測方向検出部 6 1 は、実行されたスワイプ操作をモニタすることによって、観測方向を検出する。

40

【 0 1 7 8 】

仮想画像生成部 6 2 は、携帯端末 3 2 c の操作者が指示した観測方向から見た仮想画像 J を生成する。なお、携帯端末 3 2 c は、生成された仮想画像 J にレンダリング処理を行う。

【 0 1 7 9 】

仮想画像表示部 6 3 は、仮想画像生成部 6 2 が生成した仮想画像 J を携帯端末 3 2 c の表示部に表示する。

【 0 1 8 0 】

禁止領域用映像処理部 6 4 は、観測方向検出部 6 1 が検出した観測方向と、仮想カメラ

50

設置禁止領域算出部 60 が算出した、仮想視点 V、即ち仮想カメラ 72 を設置しない位置（座標（ x ， y ）で示される方向）とが一致した場合に、3Dモデル 90M（3Dオブジェクト）の仮想画像 J の生成を行わない。具体的には、携帯端末 32c の表示をフェードアウトする、携帯端末 32c の表示をぼかす、携帯端末 32c の表示にエフェクトをかける等によって、仮想画像 J の生成を行わないようにする。このような映像を提示することによって、良好な仮想画像 J が生成される仮想視点 V を設定できる観測方向に、操作者を誘導する。なお、禁止領域用映像処理部 64 は、本開示における映像処理部の一例である。

【0181】

図 20 は、第 3 の実施形態の携帯端末の作用を説明する図である。実カメラ 70a，70b によって被写体 90 の 3Dモデル 90M を作成した際に、図 20 に示すスコアマップ M（ x ， y ）が得られたとする。このとき、仮想カメラ設置禁止領域算出部 60 は、スコアマップ M（ x ， y ）を分析することによって、仮想カメラ 72 を設置しない位置（座標（ x ， y ）で示される方向）として、仮想カメラ設置禁止領域を算出する。すなわち、仮想カメラ 72 の設置位置は、スコアマップ M（ x ， y ）に示す領域 w2 の範囲（即ち、角度 θ_{min} から角度 θ_{max} の範囲）に限定される。

10

【0182】

これらの情報を実空間に再構成すると、図 20 に示す領域 w2 が、仮想カメラ 72、即ち仮想視点 V の設置位置に限定される。

【0183】

以上説明したように、第 3 の実施形態の情報処理装置 10c によると、仮想カメラ設置禁止領域算出部 60（閲覧禁止領域算出部）は、スコアマップ M（ x ， y ）（マップ）に基づいて、3Dモデル 90M（3Dオブジェクト）から仮想画像 J を生成する際に、仮想視点 V を設置しない位置を算出する。そして、禁止領域用映像処理部 64（映像処理部）は、3Dモデル 90M の仮想視点 V が、仮想カメラ設置禁止領域算出部 60 が算出した仮想視点 V の位置と一致した場合に、当該仮想視点 V の位置からの 3Dモデル 90M の仮想画像 J の生成を行わない。

20

【0184】

これにより、仮想画像 J が生成できない、又は生成される仮想画像 J の画質が低い位置に仮想視点 V を設定するのを避けることができる。

【0185】

30

（4．第 4 の実施形態）

本開示の第 4 の実施形態である情報処理装置 10d（非図示）は、第 2 の実施形態で説明した情報処理装置 10b において、携帯端末 32b の代わりに携帯端末 32d（非図示）を備える。なお、情報処理装置 10d のハードウェア構成は、情報処理装置 10b と変わらない。

【0186】

情報処理装置 10d が備える携帯端末 32d は、第 1 の実施形態で説明した 3Dモデル生成装置 20 が生成した被写体 90 の 3Dモデル 90M を受信する。そして、携帯端末 32d は、3Dモデル 90M を仮想視点 V から見た仮想画像 J を生成する。こうして生成された仮想画像 J に、更に CG オブジェクトを配置する際に、携帯端末 32d は、スコアマップ M（ x ， y ）を参照して、画質の低い領域に、重点的に CG オブジェクトを配置する。

40

【0187】

図 21 は、第 4 の実施形態の携帯端末の機能構成の一例を示す機能ブロック図である。携帯端末 32d は、スコアマップ取得部 33 と、CG オブジェクト取得部 65 と、CG オブジェクト配置領域算出部 66 と、レンダリング処理部 95 とを備える。

【0188】

スコアマップ取得部 33 は、各 3Dモデル生成装置 20a，20b，... から、スコアマップ M（ x ， y ）を取得する。

【0189】

CG オブジェクト取得部 65 は、非図示のサーバ装置等から、仮想画像 J に配置する C

50

Gオブジェクトを取得する。

【0190】

C Gオブジェクト配置領域算出部66は、スコアマップM(,)を参照することによって、C Gオブジェクトを配置するのに適した領域を算出する。C Gオブジェクトを配置するのに適した領域とは、例えば、情報が欠落した領域(即ち、実カメラ70が網羅していない領域)や、画質が低い領域である。なお、C Gオブジェクト配置領域算出部66は、本開示における配置位置算出部の一例である。

【0191】

レンダリング処理部95は、仮想視点Vから見た3Dモデル90Mのレンダリングを行い、仮想画像Jを生成する。また、レンダリング処理部95は、仮想画像JにC Gオブジェクトを配置する。

10

【0192】

以上説明したように、第4の実施形態の情報処理装置10dによると、C Gオブジェクト配置領域算出部66(配置位置算出部)は、スコアマップM(,)(マップ)に基づいて、生成された仮想画像Jの上に別の画像を配置する際の配置位置を算出する。

【0193】

これにより、仮想画像Jの上に別の画像を配置する場合に、仮想画像Jの画質の低い領域に重点的に配置することによって、画質がよい状態で表示された3Dモデル90Mを邪魔しないようにすることができる。

【0194】

(5. 第5の実施形態)

本開示の第4の実施形態である情報処理装置10e(非図示)は、第2の実施形態で説明した情報処理装置10bにおいて、3Dモデル生成装置20に、別の機能を付加したものである。

20

【0195】

3Dモデル90Mが、視点位置に応じた(View Dependent)テクスチャを有する場合、実カメラ70が撮像した複数の画像を、レンダリングを行う装置に送信する必要がある。その際に、送信するデータ量をできるだけ低減させることが課題になっている。

【0196】

情報処理装置10eが備える3Dモデル生成装置20は、実カメラ70が撮像した被写体90の複数の画像を携帯端末32bに送信する際に、当該複数の画像を1枚の画像に格納したパッキング画像を生成して、当該パッキング画像を送信することによって送信の効率をあげるものである。特に、本開示における3Dモデル生成装置20は、当該3Dモデル生成装置20が生成したスコアマップM(,)に基づいて、画質の高い画像をより大きいサイズでパッキングするものである。

30

【0197】

図22は、第5の実施形態の3Dモデル生成装置の機能構成の一例を示す機能ブロック図である。3Dモデル生成装置20は、スコアマップ生成部67と、パッキング画像生成部68と、パッキング画像送信部69とを備える。

【0198】

スコアマップ生成部67は、生成された3Dモデル90MのスコアマップM(,)を生成する。

40

【0199】

パッキング画像生成部68は、実カメラ70が撮像した被写体90の複数の画像を1枚の画像に格納したパッキング画像を生成する際に、スコアマップM(,)に基づいて、画質が高い画像ほど高い解像度でパッキングする。なお、パッキング画像生成部68は、本開示における画像生成部の一例である。

【0200】

パッキング画像送信部69は、パッキング画像生成部68が生成したパッキング画像を携帯端末32bに送信する。

50

【0201】

図23は、第5の実施形態の3Dモデル生成装置の作用を説明する図である。複数の実カメラ70が撮像した画像の画質を予測して、図23の上部に示すスコアマップM()が得られたとする。

【0202】

M()において、画質が高いと予測されたクラスタC1, C2, C3が得られることがわかる。このような場合、パッキング画像生成部68は、パッキング画像を生成する際に、クラスタC1, C2, C3の領域で撮像された画像は高い解像度でパッキングする。

【0203】

具体的には、図23に示すパッキング画像130のように、クラスタC1の領域で撮像された画像130aと、クラスタC2の領域で撮像された画像130bと、クラスタC3の領域で撮像された画像130cは、高い解像度でパッキングする。なお、解像度が高い状態でパッキングするために、本実施の形態では、画像のサイズを大きくしている。そして、これら3枚以外の画像(130d~130i)は低い解像度、すなわちサイズを小さくしてパッキングする。

【0204】

このようなパッキング画像130を受信した携帯端末32bは、画質の高いクラスタC1, C2, C3の領域では、高い画質の仮想画像Jを生成してレンダリング処理を行う。また、クラスタC1, C2, C3以外の領域では、受信したパッキング画像130に格納された画像に応じた画質の仮想画像Jを生成してレンダリング処理を行う。

【0205】

以上説明したように、第5の実施形態の3Dモデル生成装置20によると、パッキング画像生成部68(画像生成部)は、3Dモデル90M(3Dオブジェクト)を撮像した複数の画像を1枚の画像に格納したパッキング画像130を生成する際に、スコアマップM() (マップ)に基づいて、画質が高い画像ほど大きいサイズ、即ち高い解像度でパッキングする。

【0206】

これにより、視点位置に応じたテクスチャを有する3Dモデル90Mの伝送効率を向上させることができる。

【0207】

なお、本明細書に記載された効果は、あくまで例示であって限定されるものではなく、他の効果があってもよい。また、本開示の実施形態は、上述した実施形態に限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

【0208】

例えば、本開示は、以下のような構成もとることができる。

(1)

3Dオブジェクトに対して、当該3Dオブジェクトを見る仮想視点の位置と、当該仮想視点の位置から前記3Dオブジェクトを見た際に得られる仮想画像の画質と、の関係を予測する画質予測部、

を備える情報処理装置。

(2)

複数の3Dオブジェクトの配置位置と、当該3Dオブジェクトの各々に対して、前記画質予測部が予測した前記仮想画像の画質とに基づいて、前記仮想視点の移動軌跡を生成する移動軌跡生成部を更に備える、

前記(1)に記載の情報処理装置。

(3)

前記画質予測部は、

前記3Dオブジェクトを生成する際に使用する撮像手段の光学パラメータと、当該撮像手段と前記3Dオブジェクトとの距離と、に基づいて前記画質を予測する、

10

20

30

40

50

前記(1)又は(2)に記載の情報処理装置。

(4)

前記光学パラメータは、前記撮像手段が撮像した画像に占める前記3Dオブジェクトの割合に係るパラメータである、

前記(3)に記載の情報処理装置。

(5)

前記3Dオブジェクトを見る方向は、前記撮像手段が前記3Dオブジェクトを捉えているか否かを示す情報と、前記3Dオブジェクトを正面から捉えているか否かを示す情報と、の少なくとも一方を含む、

前記(3)又は(4)に記載の情報処理装置。

10

(6)

前記画質予測部は、

前記3Dオブジェクトに対して、当該3Dオブジェクトを見る方向毎に、前記3Dオブジェクトを撮像した画像の画質に関連したパラメータを数値化したマップを生成する、

前記(1)乃至(5)のいずれか1項に記載の情報処理装置。

(7)

前記画質予測部は、

数値化された前記画像の画質に関連したパラメータを、当該画像の撮像位置に応じた位置にプロットするとともに、

プロットされた前記画像の画質に関連したパラメータを、プロットされた位置から周囲に拡散することによって、前記マップを生成する、

前記(1)乃至(6)のいずれか1項に記載の情報処理装置。

20

(8)

前記画質予測部は、前記マップにプロットされた前記画像の画質を、平滑化演算することによって周囲に拡散させる、

前記(7)に記載の情報処理装置。

(9)

前記3Dオブジェクトは、視点位置に応じたテクスチャ情報を有する、

前記(1)乃至(8)のいずれか1項に記載の情報処理装置。

(10)

前記マップに基づいて、前記3Dオブジェクトを生成する際に使用した撮像手段の配置条件を評価する配置評価部を更に備える、

前記(6)乃至(9)のいずれか1項に記載の情報処理装置。

30

(11)

前記マップに基づいて、前記3Dオブジェクトから仮想画像を生成する際に、仮想視点を設定しない位置を算出する閲覧禁止領域算出部と、

前記3Dオブジェクトの仮想視点が、前記閲覧禁止領域算出部が算出した仮想視点の位置と一致した場合に、当該仮想視点の位置からの前記3Dオブジェクトの仮想画像の生成を行わない映像処理部と、を更に備える、

前記(6)乃至(9)のいずれか1項に記載の情報処理装置。

40

(12)

前記マップに基づいて、生成された前記仮想画像の中に別の画像を配置する際の配置位置を算出する配置位置算出部を更に備える、

前記(6)乃至(9)のいずれか1項に記載の情報処理装置。

(13)

前記3Dオブジェクトを撮像した複数の画像を1枚の画像にパッキングしたパッキング画像を生成する際に、前記マップに基づいて、画質が高い画像ほど高い解像度でパッキングする画像生成部を更に備える、

前記(6)乃至(9)のいずれか1項に記載の情報処理装置。

(14)

50

前記複数の3Dオブジェクトは、それぞれ別々に生成されている、
前記(2)乃至(13)のいずれか1項に記載の情報処理装置。

(15)

3Dオブジェクトに対して、当該3Dオブジェクトを見る仮想視点の位置と、当該仮想視点の位置から前記3Dオブジェクトを見た際に得られる仮想画像の画質と、の関係を予測し、

前記3Dオブジェクトの配置位置と、前記仮想画像の画質との関係を利用して生成された前記仮想視点の移動軌跡に基づいて映像を生成する、

映像の生成方法。

(16)

コンピュータを、3Dオブジェクトに対して、当該3Dオブジェクトを見る仮想視点の位置と、当該仮想視点の位置から前記3Dオブジェクトを見た際に得られる仮想画像の画質と、の関係を予測する画質予測部、

として機能させるプログラム。

【符号の説明】

【0209】

10 a ... 情報処理装置、20 ... 3Dモデル生成装置、30 ... カメラパス生成装置、32 b ... 携帯端末、34 ... スコアマップ分析部(配置評価部)、60 ... 仮想カメラ設置禁止領域算出部(閲覧禁止領域算出部)、64 ... 禁止領域用映像処理部(映像処理部)、66 ... CGオブジェクト配置領域算出部(配置位置算出部)、70, 70 a, 70 b, 70 c, 70 d, 70 e ... 実カメラ(撮像手段、撮像装置)、72, 72 a, 72 b, 72 c, 72 d ... 仮想カメラ、83 ... スコアマップ生成部(画質予測部)、90, 90 a, 90 b ... 被写体、90 M, 90 M a, 90 M b ... 3Dモデル(3Dオブジェクト)、91 ... 3Dモデル配置指定部、92 ... カメラパス生成部(移動軌跡生成部)、93 ... カメラパス表示部、C p ... カメラパス、D ... 距離、e ... 画素数、f ... 焦点距離、h ... 被写体サイズ、I q ... 画質スコア、J, J 1, J 2 ... 仮想画像、M(,) ... スコアマップ(マップ)、p ... 像サイズ、s ... イメージセンサのサイズ、V, V 1, V 2 ... 仮想視点

10

20

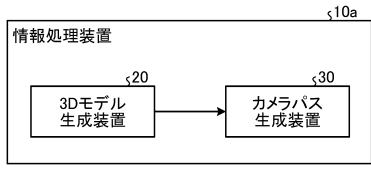
30

40

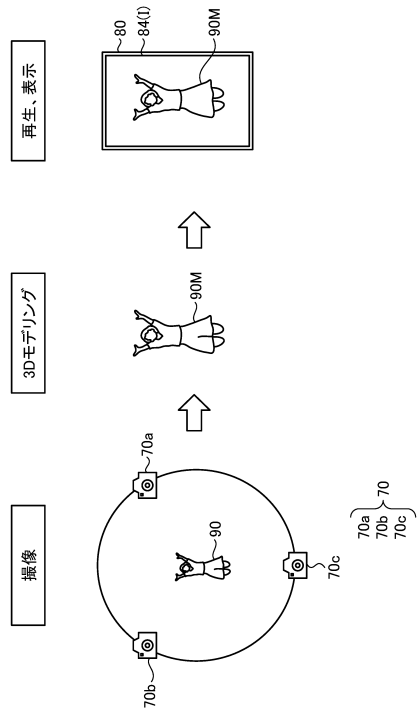
50

【図面】

【図 1】



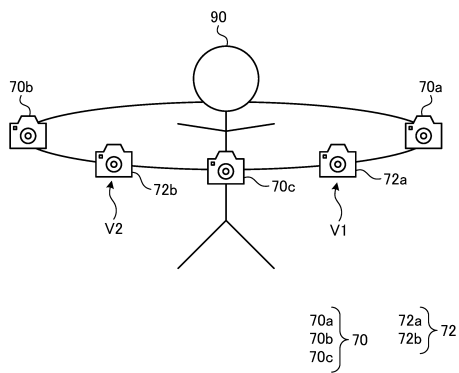
【図 2】



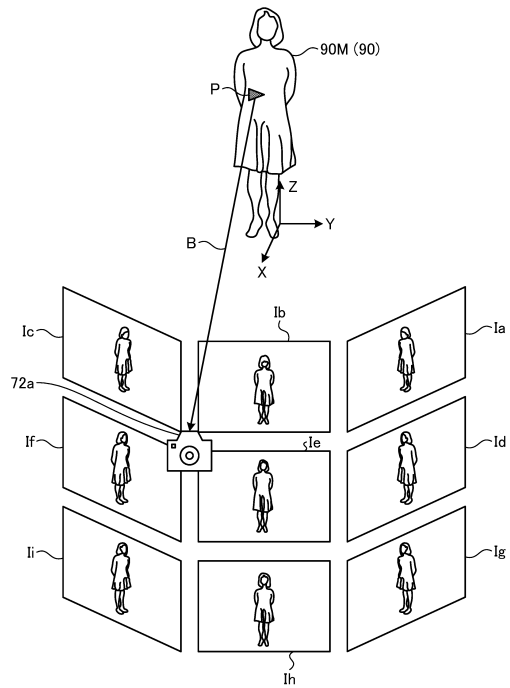
10

20

【図 3】



【図 4】

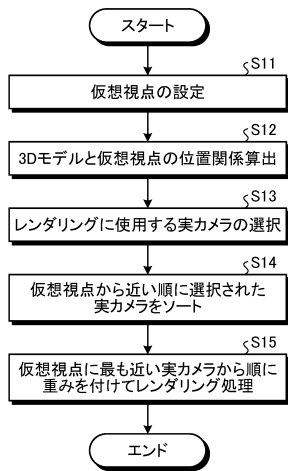


30

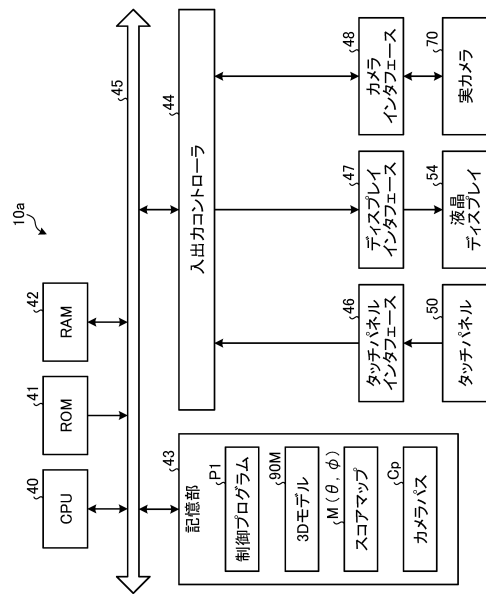
40

50

【 図 5 】



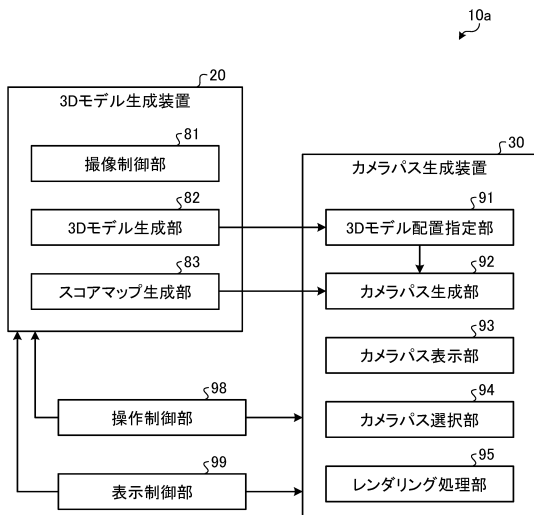
【 図 6 】



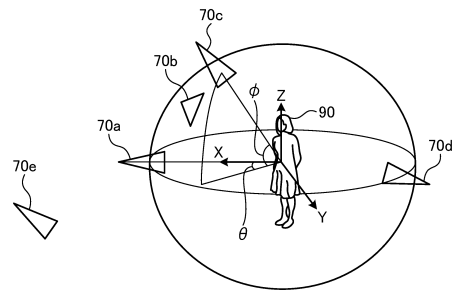
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】



30

40

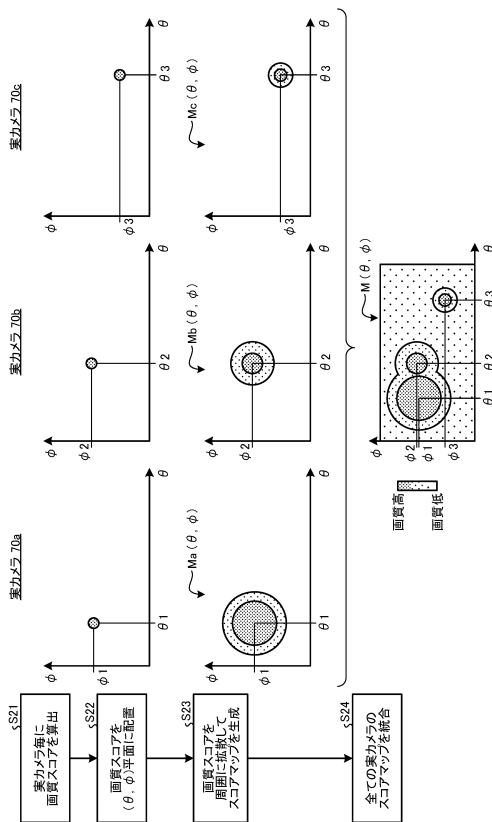
50

【図 9】

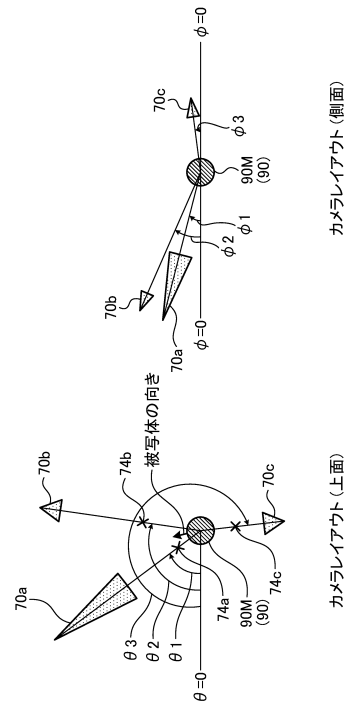
| カメラ | 解像度 | | 焦点距離 f (mm) | イメージセンサの サイズs (mm) (縦方向) | 距離 D (m) | 鏡が 写っている | フォーカス | 画質 スコア Iq |
|-----|------|---------------|----------------|--------------------------------|-------------|-------------|-------|-----------------|
| | 信号形態 | 画素数e (縦方向) | | | | | | |
| 70a | 4K | 2160 | 100 | 24.0 | 2 | Yes | 100点 | 6750 |
| 70b | 4K | 2160 | 50 | 24.0 | 2 | Yes | 50点 | 1688 |
| 70c | フルHD | 1080 | 50 | 15.8 | 1 | No | 100点 | 0 |

(被写体サイズ: h=1.5m)

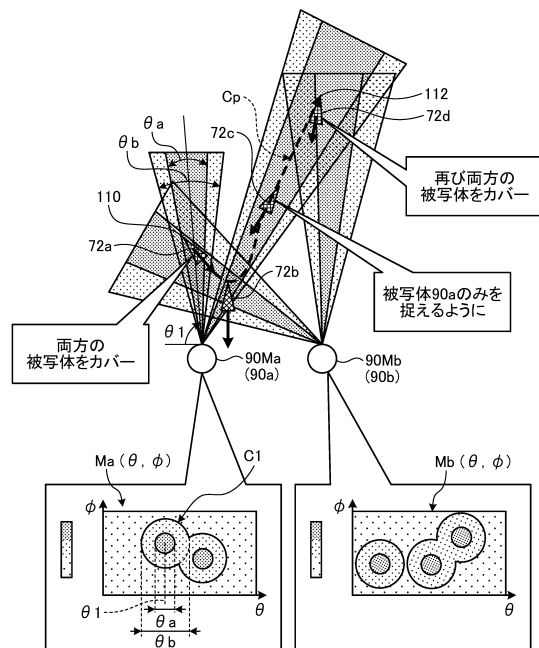
【図 11】



【図 10】



【図 12】



10

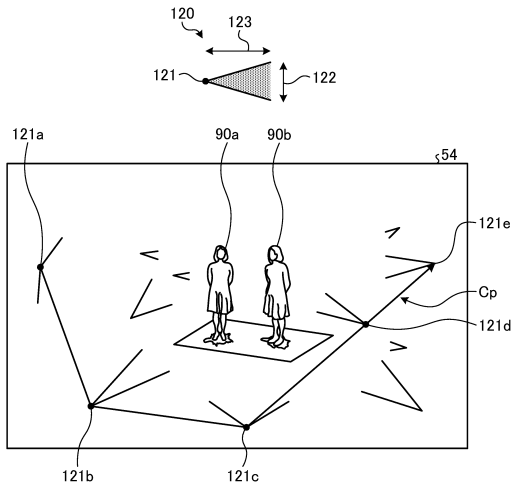
20

30

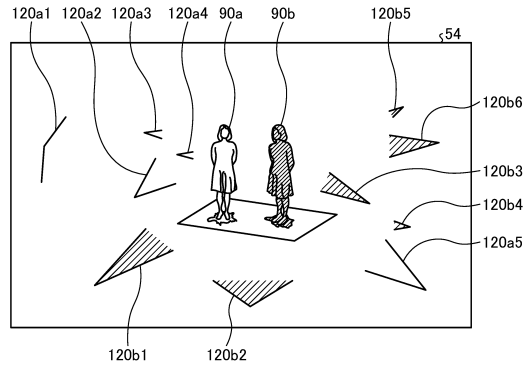
40

50

【図 1 3】



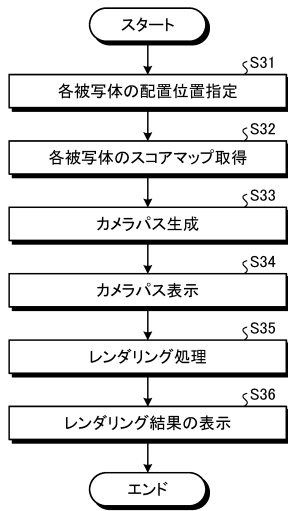
【図 1 4】



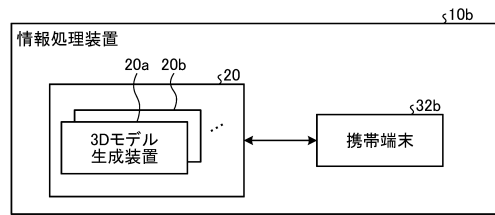
10

20

【図 1 5】



【図 1 6】

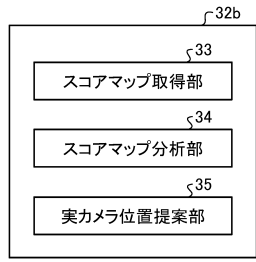


30

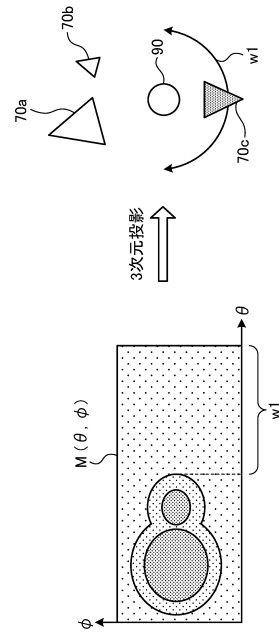
40

50

【 図 1 7 】



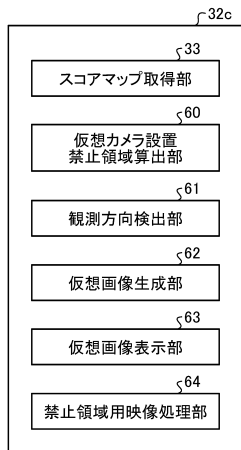
【 図 1 8 】



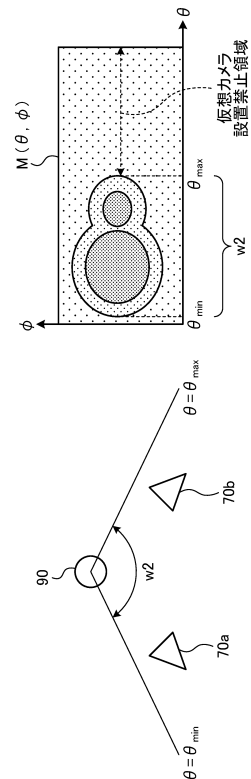
10

20

【 図 1 9 】



【 図 2 0 】

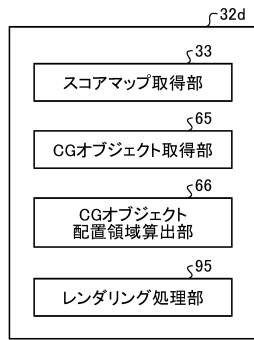


30

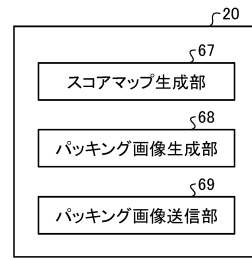
40

50

【図 2 1】

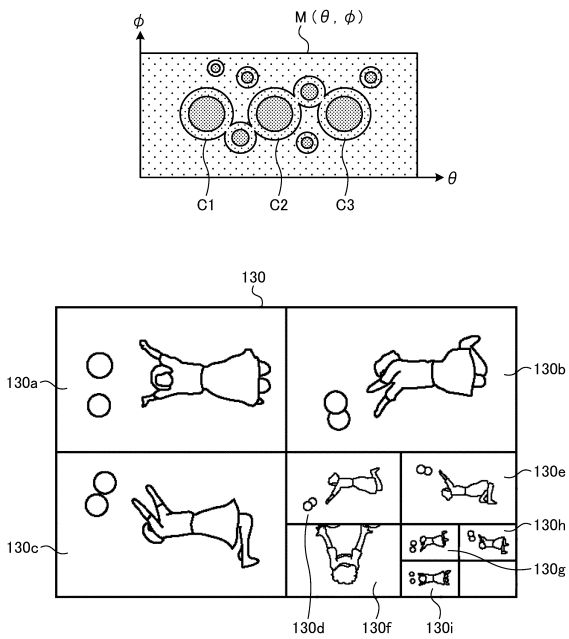


【図 2 2】



10

【図 2 3】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2019-145894(JP,A)
特開2019-191915(JP,A)
特開2019-102907(JP,A)
特開2013-038602(JP,A)
特開2018-007793(JP,A)

- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G06T 19/00
G06T 15/20
G06T 7/00
G06T 7/41