

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6711803号
(P6711803)

(45) 発行日 令和2年6月17日 (2020.6.17)

(24) 登録日 令和2年6月1日 (2020.6.1)

(51) Int. Cl.		F I			
G06T	19/00	(2011.01)	G06T	19/00	600
G09G	5/00	(2006.01)	G09G	5/00	510A
			G09G	5/00	530M

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2017-199784 (P2017-199784)	(73) 特許権者	310021766
(22) 出願日	平成29年10月13日 (2017.10.13)		株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント
(65) 公開番号	特開2019-74881 (P2019-74881A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	令和1年5月16日 (2019.5.16)	(74) 代理人	100105924
審査請求日	令和2年1月17日 (2020.1.17)		弁理士 森下 賢樹
		(74) 代理人	100109047
			弁理士 村田 雄祐
		(74) 代理人	100109081
			弁理士 三木 友由
		(74) 代理人	100134256
			弁理士 青木 武司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像生成装置および画像生成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

仮想空間のオブジェクトをレンダリングしてコンピュータグラフィックス画像を生成するレンダリング部と、

前記レンダリング部が前記コンピュータグラフィックス画像を生成した時点の視点位置または視線方向に合うように現実空間の撮影画像を逆変換する逆リプロジェクション部と

、
前記逆リプロジェクション部によって逆変換を施された前記撮影画像に前記コンピュータグラフィックス画像を重ねて拡張現実画像を生成する重畳部と、

前記拡張現実画像にポストプロセスを施すポストプロセス部とを含み、

前記重畳部は、前記レンダリング部により生成されるコンピュータグラフィックス画像のフレームレートよりも高いフレームレートで提供される複数枚の前記撮影画像を同一の前記コンピュータグラフィックス画像に重畳して前記拡張現実画像を生成することを特徴とする画像生成装置。

【請求項 2】

ポストプロセスが施された前記拡張現実画像を新たな視点位置または視線方向に合うように変換するリプロジェクション部をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の画像生成装置。

【請求項 3】

前記重畳部は、複数枚の前記撮影画像の各々に前記逆リプロジェクション部によって逆

10

20

変換を施した上で前記コンピュータグラフィックス画像を重畳して前記拡張現実画像を生成することを特徴とする請求項 2 に記載の画像生成装置。

【請求項 4】

前記重畳部は、1 枚目の前記撮影画像には前記コンピュータグラフィックス画像を重畳して 1 枚目の前記拡張現実画像を生成し、2 枚目以降の前記撮影画像には前記逆リプロジェクション部によって逆変換を施した上で前記コンピュータグラフィックス画像を重畳して 2 枚目以降の前記拡張現実画像を生成することを特徴とする請求項 2 に記載の画像生成装置。

【請求項 5】

仮想空間のオブジェクトをレンダリングしてコンピュータグラフィックス画像を生成するレンダリングステップと、

前記レンダリングステップが前記コンピュータグラフィックス画像を生成した時点の視点位置または視線方向に合うように現実空間の撮影画像を逆変換する逆リプロジェクションステップと、

前記逆リプロジェクションステップによって逆変換を施された前記撮影画像に前記コンピュータグラフィックス画像を重畳して拡張現実画像を生成する重畳ステップと、

前記拡張現実画像にポストプロセスを施すポストプロセスステップとを含み、

前記重畳ステップは、前記レンダリングステップにより生成されるコンピュータグラフィックス画像のフレームレートよりも高いフレームレートで提供される複数枚の前記撮影画像を同一の前記コンピュータグラフィックス画像に重畳して前記拡張現実画像を生成することを特徴とする画像生成方法。

【請求項 6】

仮想空間のオブジェクトをレンダリングしてコンピュータグラフィックス画像を生成するレンダリング機能と、

前記レンダリング機能が前記コンピュータグラフィックス画像を生成した時点の視点位置または視線方向に合うように現実空間の撮影画像を逆変換する逆リプロジェクション機能と、

前記逆リプロジェクション機能によって逆変換を施された前記撮影画像に前記コンピュータグラフィックス画像を重畳して拡張現実画像を生成する重畳機能と、

前記拡張現実画像にポストプロセスを施すポストプロセス機能とをコンピュータに実現させ、

前記重畳機能は、前記レンダリング機能により生成されるコンピュータグラフィックス画像のフレームレートよりも高いフレームレートで提供される複数枚の前記撮影画像を同一の前記コンピュータグラフィックス画像に重畳して前記拡張現実画像を生成することを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、画像を生成する装置および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ゲーム機に接続されたヘッドマウントディスプレイを頭部に装着して、ヘッドマウントディスプレイに表示された画面を見ながら、コントローラなどを操作してゲームプレイすることが行われている。ヘッドマウントディスプレイを装着すると、ヘッドマウントディスプレイに表示される映像以外はユーザは見ないため、映像世界への没入感が高まり、ゲームのエンタテインメント性を一層高める効果がある。また、ヘッドマウントディスプレイに仮想現実（VR (Virtual Reality)）の映像を表示させ、ヘッドマウントディスプレイを装着したユーザが頭部を回転させると、360度見渡せる全周囲の仮想空間が表示されるようにすると、さらに映像への没入感が高まり、ゲームなどのアプリケーションの操作性も向上する。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

また、非透過型ヘッドマウントディスプレイを装着したユーザは外界を直接見ることができなくなるが、ヘッドマウントディスプレイに搭載されたカメラによって外界の映像を撮影してディスプレイパネルに表示することのできるビデオ透過（ビデオシースルー）型ヘッドマウントディスプレイもある。ビデオ透過型ヘッドマウントディスプレイでは、カメラで撮影される外界の映像にコンピュータグラフィックス（CG (Computer Graphics)）によって生成された仮想世界のオブジェクトを重畳させることで拡張現実（AR (Augmented Reality)）の映像を生成して表示することもできる。拡張現実の映像は、現実世界から切り離された仮想現実とは違って、現実世界が仮想オブジェクトで拡張されたものであり、ユーザは現実世界とのつながりを意識しつつ、仮想世界を体験することができる。

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

拡張現実の映像をヘッドマウントディスプレイに表示する場合、ヘッドマウントディスプレイに搭載されたカメラではユーザの頭部の動きに連動して高フレームレートで外界の映像が取り込まれるのに対して、重畳される仮想世界はレンダリングに時間がかかるため、仮想世界のフレームレートはカメラに比べると低い。そのため、カメラの高フレームレートに合わせて拡張現実の映像を生成することができず、ユーザは拡張現実の映像に微妙な遅れを感じ、現実世界とのつながり感を失うことになる。また、拡張現実の映像に施すポストプロセスの頻度もレンダリングの頻度で行われるため映像の品質が低下する。

20

【 0 0 0 5 】

本発明はこうした課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、コンピュータグラフィックスの見た目の品質を向上させることのできる画像生成装置および画像生成方法を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

上記課題を解決するために、本発明のある態様の画像生成装置は、仮想空間のオブジェクトをレンダリングしてコンピュータグラフィックス画像を生成するレンダリング部と、コンピュータグラフィックス画像にポストプロセスを施すポストプロセス部とを含む。前記ポストプロセス部は、前記レンダリング部が前記コンピュータグラフィックス画像を生成するフレームレートよりも高い頻度で前記コンピュータグラフィックス画像にポストプロセスを施す。

30

【 0 0 0 7 】

本発明の別の態様もまた、画像生成装置である。この装置は、仮想空間のオブジェクトをレンダリングしてコンピュータグラフィックス画像を生成するレンダリング部と、現実空間の撮影画像に前記コンピュータグラフィックス画像を重畳して拡張現実画像を生成する重畳部と、前記拡張現実画像にポストプロセスを施すポストプロセス部とを含む。前記重畳部は、前記レンダリング部により生成されるコンピュータグラフィックス画像のフレームレートよりも高いフレームレートで提供される複数枚の前記撮影画像を同一の前記コンピュータグラフィックス画像に重畳して前記拡張現実画像を生成する。

40

【 0 0 0 8 】

本発明のさらに別の態様は、画像生成方法である。この方法は、仮想空間のオブジェクトをレンダリングしてコンピュータグラフィックス画像を生成するレンダリングステップと、現実空間の撮影画像に前記コンピュータグラフィックス画像を重畳して拡張現実画像を生成する重畳ステップと、前記拡張現実画像にポストプロセスを施すポストプロセスステップとを含む。前記重畳ステップは、前記レンダリング部により生成されるコンピュータグラフィックス画像のフレームレートよりも高いフレームレートで提供される複数枚の前記撮影画像を同一の前記コンピュータグラフィックス画像に重畳して前記拡張現実画像を生成する。

【 0 0 0 9 】

50

なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法、装置、システム、コンピュータプログラム、データ構造、記録媒体などの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、コンピュータグラフィックスの見た目の品質を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】ヘッドマウントディスプレイの外観図である。

10

【図2】本実施の形態に係る画像生成システムの構成図である。

【図3】ヘッドマウントディスプレイの機能構成図である。

【図4】本実施の形態に係る画像生成装置の機能構成図である。

【図5】カメラ画像にCG画像を重畳して拡張現実画像を生成するための前提となる画像生成システムの構成を説明する図である。

【図6】図5の画像生成システムによる拡張現実画像の生成手順を説明する図である。

【図7】カメラ画像にCG画像を重畳して拡張現実画像を生成するための本実施の形態に係る画像生成システムの構成を説明する図である

【図8】図7の画像生成システムによる拡張現実画像の生成手順を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0012】

図1は、ヘッドマウントディスプレイ100の外観図である。ヘッドマウントディスプレイ100は、ユーザの頭部に装着してディスプレイに表示される静止画や動画などを鑑賞し、ヘッドホンから出力される音声や音楽などを聴くための表示装置である。

【0013】

ヘッドマウントディスプレイ100に内蔵または外付けされたジャイロセンサや加速度センサなどによりヘッドマウントディスプレイ100を装着したユーザの頭部の位置情報と頭部の回転角や傾きなどの姿勢(orientation)情報を計測することができる。

【0014】

ヘッドマウントディスプレイ100にはカメラユニットが搭載されており、ユーザがヘッドマウントディスプレイ100を装着している間、外界を撮影することができる。

30

【0015】

ヘッドマウントディスプレイ100は、「ウェアラブルディスプレイ」の一例である。ここでは、ヘッドマウントディスプレイ100に表示される画像の生成方法を説明するが、本実施の形態の画像生成方法は、狭義のヘッドマウントディスプレイ100に限らず、めがね、めがね型ディスプレイ、めがね型カメラ、ヘッドフォン、ヘッドセット(マイクつきヘッドフォン)、イヤホン、イヤリング、耳かけカメラ、帽子、カメラつき帽子、ヘアバンドなどを装着した場合にも適用することができる。

【0016】

図2は、本実施の形態に係る画像生成システムの構成図である。ヘッドマウントディスプレイ100は、一例として、映像・音声をデジタル信号で伝送する通信インタフェースの標準規格であるHDMI(登録商標)(High-Definition Multimedia Interface)などのインタフェース300で画像生成装置200に接続される。

40

【0017】

画像生成装置200は、ヘッドマウントディスプレイ100の現在の位置・姿勢情報から、映像の生成から表示までの遅延を考慮してヘッドマウントディスプレイ100の位置・姿勢情報を予測し、ヘッドマウントディスプレイ100の予測位置・姿勢情報を前提としてヘッドマウントディスプレイ100に表示されるべき画像を描画し、ヘッドマウントディスプレイ100に伝送する。

【0018】

50

画像生成装置 200 の一例はゲーム機である。画像生成装置 200 は、さらにネットワークを介してサーバに接続されてもよい。その場合、サーバは、複数のユーザがネットワークを介して参加できるゲームなどのオンラインアプリケーションを画像生成装置 200 に提供してもよい。ヘッドマウントディスプレイ 100 は、画像生成装置 200 の代わりに、コンピュータや携帯端末に接続されてもよい。

【0019】

図 3 は、ヘッドマウントディスプレイ 100 の機能構成図である。

【0020】

制御部 10 は、画像信号、センサ信号などの信号や、命令やデータを処理して出力するメインプロセッサである。入力インタフェース 20 は、ユーザからの操作信号や設定信号を受け付け、制御部 10 に供給する。出力インタフェース 30 は、制御部 10 から画像信号を受け取り、ディスプレイパネル 32 に表示する。

10

【0021】

通信制御部 40 は、ネットワークアダプタ 42 またはアンテナ 44 を介して、有線または無線通信により、制御部 10 から入力されるデータを外部に送信する。通信制御部 40 は、また、ネットワークアダプタ 42 またはアンテナ 44 を介して、有線または無線通信により、外部からデータを受信し、制御部 10 に出力する。

【0022】

記憶部 50 は、制御部 10 が処理するデータやパラメータ、操作信号などを一時的に記憶する。

20

【0023】

姿勢センサ 64 は、ヘッドマウントディスプレイ 100 の位置情報と、ヘッドマウントディスプレイ 100 の回転角や傾きなどの姿勢情報を検出する。姿勢センサ 64 は、ジャイロセンサ、加速度センサ、角加速度センサなどを適宜組み合わせることで実現される。3 軸地磁気センサ、3 軸加速度センサおよび 3 軸ジャイロ（角速度）センサの少なくとも 1 つ以上を組み合わせたモーションセンサを用いて、ユーザの頭部の前後、左右、上下の動きを検出してもよい。

【0024】

外部入出力端子インタフェース 70 は、USB（Universal Serial Bus）コントローラなどの周辺機器を接続するためのインタフェースである。外部メモリ 72 は、フラッシュメモリなどの外部メモリである。

30

【0025】

カメラユニット 80 は、レンズ、イメージセンサ、測距センサなど撮影に必要な構成を含み、撮影された外界の映像と奥行き情報を制御部 10 に供給する。制御部 10 は、カメラユニット 80 のフォーカスやズームなどを制御する。

【0026】

HDMI 送受信部 90 は、HDMI にしたがって映像・音声のデジタル信号を画像生成装置 200 との間で送受信する。HDMI 送受信部 90 は、カメラユニット 80 により撮影された外界の映像と奥行き情報を制御部 10 から受け取り、HDMI 伝送路で画像生成装置 200 に送信する。HDMI 送受信部 90 は、画像生成装置 200 により生成された画像を HDMI 伝送路で画像生成装置 200 から受信し、制御部 10 に供給する。

40

【0027】

制御部 10 は、画像やテキストデータを出力インタフェース 30 に供給してディスプレイパネル 32 に表示させたり、通信制御部 40 に供給して外部に送信させることができる。

【0028】

姿勢センサ 64 が検出したヘッドマウントディスプレイ 100 の現在の位置・姿勢情報は、通信制御部 40 または外部入出力端子インタフェース 70 を介して画像生成装置 200 に通知される。あるいは、HDMI 送受信部 90 がヘッドマウントディスプレイ 100 の現在の位置・姿勢情報を画像生成装置 200 に送信してもよい。

50

【 0 0 2 9 】

図 4 は、本実施の形態に係る画像生成装置 2 0 0 の機能構成図である。同図は機能に着目したブロック図を描いており、これらの機能ブロックはハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組合せによっていろいろな形で実現することができる。

【 0 0 3 0 】

画像生成装置 2 0 0 の少なくとも一部の機能をヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 に実装してもよい。あるいは、画像生成装置 2 0 0 の少なくとも一部の機能を、ネットワークを介して画像生成装置 2 0 0 に接続されたサーバに実装してもよい。

【 0 0 3 1 】

位置・姿勢取得部 2 1 0 は、ヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 の現在の位置・姿勢情報をヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 から取得する。

10

【 0 0 3 2 】

視点・視線設定部 2 2 0 は、位置・姿勢取得部 2 1 0 により取得されたヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 の位置・姿勢情報を用いて、ユーザの視点位置および視線方向を設定する。

【 0 0 3 3 】

H D M I 送受信部 2 8 0 は、ヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 からカメラユニット 8 0 により撮影された現実空間の映像を受信し、画像信号処理部 2 5 0 に供給する。

【 0 0 3 4 】

画像信号処理部 2 5 0 は、ヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 のカメラユニット 8 0 により撮影された R a w 画像に対して R G B 変換（デモザイク処理）、ホワイトバランス、色補正、ノイズリダクションなどの画像信号処理（ I S P (Image Signal Processing) ）を施し、さらにカメラユニット 8 0 の光学系による歪みなどを取り除く歪み補正処理を施す。画像信号処理部 2 5 0 は画像信号処理および歪み補正処理が施された R G B 画像を画像生成部 2 3 0 に供給する。

20

【 0 0 3 5 】

画像生成部 2 3 0 は、画像記憶部 2 6 0 からコンピュータグラフィックスの生成に必要なデータを読み出し、仮想空間のオブジェクトをレンダリングして C G 画像を生成し、画像信号処理部 2 5 0 から提供される現実空間のカメラ画像に重畳することで拡張現実画像を生成し、画像記憶部 2 6 0 に出力する。

30

【 0 0 3 6 】

画像生成部 2 3 0 は、レンダリング部 2 3 2 と、A R 重畳部 2 3 4 と、ポストプロセス部 2 3 6 と、逆りプロジェクション部 2 3 8 と、リプロジェクション部 2 4 0 と、歪み処理部 2 4 2 とを含む。

【 0 0 3 7 】

レンダリング部 2 3 2 は、視点・視線設定部 2 2 0 によって設定されたユーザの視点位置および視線方向にしたがって、ヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 を装着したユーザの視点位置から視線方向に見える仮想空間のオブジェクトをレンダリングし、A R 重畳部 2 3 4 に与える。

【 0 0 3 8 】

A R 重畳部 2 3 4 は、画像信号処理部 2 5 0 から供給されるカメラ画像にレンダリング部 2 3 2 により生成された C G 画像を重畳することで拡張現実画像を生成し、ポストプロセス部 2 3 6 に与える。

40

【 0 0 3 9 】

ポストプロセス部 2 3 6 は、拡張現実画像に対して、被写界深度調整、トーンマッピング、アンチエイリアシングなどのポストプロセスを施し、現実空間の画像に仮想オブジェクトが重畳された拡張現実画像が自然で滑らかに見えるように後処理する。

【 0 0 4 0 】

リプロジェクション部 2 4 0 は、位置・姿勢取得部 2 1 0 からヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 の最新の位置・姿勢情報を受け取り、ポストプロセスが施された拡張現実画像

50

に対してリプロジェクション処理を施し、ヘッドマウントディスプレイ 100 の最新の視点位置・視線方向から見える画像に変換する。

【0041】

ここで、リプロジェクションについて説明する。ヘッドマウントディスプレイ 100 にヘッドトラッキング機能をもたせて、ユーザの頭部の動きと連動して視点や視線方向を変えて仮想現実の映像を生成した場合、仮想現実の映像の生成から表示までに遅延があるため、映像生成時に前提としたユーザの頭部の向きと、映像をヘッドマウントディスプレイ 100 に表示した時点でのユーザの頭部の向きとの間でずれが発生し、ユーザは酔ったような感覚（「VR 酔い（Virtual Reality Sickness）」などと呼ばれる）に陥ることがある。

10

【0042】

このように、ヘッドマウントディスプレイ 100 の動きを検知し、CPU が描画コマンドを発行し、GPU（Graphics Processing Unit）がレンダリングを実行し、描画された画像がヘッドマウントディスプレイ 100 に出力されるまでには時間がかかる。描画がたとえば 60 fps（フレーム/秒）のフレームレートで行われており、ヘッドマウントディスプレイ 100 の動きを検知してから画像を出力するまでに 1 フレーム分の遅れが生じるとする。これはフレームレート 60 fps のもとでは、16.67 ミリ秒ほどであり、人間がずれを感知するには十分な時間である。

【0043】

そこで、「タイムワープ」または「リプロジェクション」と呼ばれる処理を行い、レンダリングした画像をヘッドマウントディスプレイ 100 の最新の位置と姿勢に合わせて補正することで人間がずれを感知しにくいようにする。

20

【0044】

歪み処理部 242 は、リプロジェクション処理が施された拡張現実画像に対してヘッドマウントディスプレイ 100 の光学系で生じる歪みに合わせて画像を変形（distortion）させて歪ませる処理を施し、画像記憶部 260 に記憶する。

【0045】

HDMI 送受信部 280 は、画像記憶部 260 から画像生成部 230 により生成された拡張現実画像のフレームデータを読み出し、HDMI にしたがってヘッドマウントディスプレイ 100 に伝送する。

30

【0046】

過去の時点の視点位置・視線方向を前提としてレンダリングされた CG 画像に対してより新しい時点の視点位置・視線方向で撮影されたカメラ画像を重畳する場合、視点位置・視線方向を過去の CG 画像に合わせるためにカメラ画像に対して逆リプロジェクション処理を施す必要がある。

【0047】

逆リプロジェクション部 238 は、画像信号処理部 250 から供給されるカメラ画像を過去の視点位置・視線方向から見える画像に戻す逆リプロジェクション処理を施し、AR 重畳部 234 に与える。AR 重畳部 234 は、逆リプロジェクションされたカメラ画像にレンダリング部 232 により生成された過去の視点位置・視線方向の CG 画像を重畳することで拡張現実画像を生成し、ポストプロセス部 236 に与える。

40

【0048】

図 5 および図 6 を参照して、本実施の形態の前提技術を説明し、その後、図 7 および図 8 を参照して本実施の形態の改良技術を説明する。

【0049】

図 5 は、カメラ画像に CG 画像を重畳して拡張現実画像を生成するための前提となる画像生成システムの構成を説明する図である。ここでは、説明を簡単にするため、拡張現実画像を生成するためのヘッドマウントディスプレイ 100 と画像生成装置 200 の主な構成を図示して説明する。

【0050】

50

ヘッドマウントディスプレイ 100 のカメラユニット 80 により撮影された外界のカメラ画像は画像生成装置 200 に送信され、画像信号処理部 250 に供給される。画像信号処理部 250 は、カメラ画像に対して画像信号処理と歪み補正処理を施し、AR 重畳部 234 に与える。

【0051】

画像生成装置 200 のレンダリング部 232 は、ヘッドマウントディスプレイ 100 を装着したユーザの視点位置・視線方向から見た仮想オブジェクトを生成し、AR 重畳部 234 に与える。

【0052】

AR 重畳部 234 は、カメラ画像に CG 画像を重畳し、拡張現実画像を生成する。ポストプロセス部 236 は拡張現実画像にポストプロセスを施す。リプロジェクション部 240 はポストプロセスが施された拡張現実画像を最新の視点位置・視線方向に合うように変換する。歪み処理部 242 はリプロジェクション後の拡張現実画像に歪み処理を施す。歪み処理後の最終的な RGB 画像はヘッドマウントディスプレイ 100 に送信され、ディスプレイパネル 32 に表示される。

【0053】

図 6 は、図 5 の画像生成システムによる拡張現実画像の生成手順を説明する図である。

【0054】

ヘッドマウントディスプレイ 100 のカメラユニット 80 が外界を撮影し、Raw 画像を出力する (S10)。画像信号処理部 250 は、カメラユニット 80 により撮影された Raw 画像に画像信号処理および歪み補正処理を施し、SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) に使用するためのカメラ画像を生成する (S12)。ヘッドマウントディスプレイ 100 の姿勢センサ 64 などの慣性計測ユニット (IMU (Inertial Measurement Unit)) から、ヘッドマウントディスプレイ 100 の現在の姿勢情報を示す IMU データを取得する (S14)。カメラ画像および IMU データを用いて、自己位置推定と環境地図作成を同時に行う SLAM 処理が実行され、ヘッドマウントディスプレイ 100 を装着したユーザの姿勢が推定される (S16)。

【0055】

姿勢推定データにもとづいて視点計算、仮想オブジェクトの物理演算などコンピュータグラフィックスの更新に必要な処理が行われる (S18)。レンダリング部 232 は仮想空間のオブジェクトをレンダリングし、CG 画像を生成する (S20)。

【0056】

ここで、レンダリングは、仮想空間に表示するオブジェクトの数に応じて処理量が増えるため、オブジェクトの数が多いと処理に相当な時間がかかることに留意する。

【0057】

画像信号処理部 250 は、カメラユニット 80 により撮影された Raw 画像に画像信号処理および歪み補正処理を施し、ヘッドマウントディスプレイ 100 にシースルー映像を提供するためのカメラ画像を生成する (S22)。

【0058】

AR 重畳部 234 は、カメラ画像に CG 画像を重畳することで拡張現実画像を生成する (S24)。ポストプロセス部 236 は拡張現実画像にポストプロセスを施す (S26)。

【0059】

ここで、ポストプロセスは、画像全体に対する処理であるため、仮想オブジェクトの数には関係なく、レンダリングに比べて短い時間で行うことができることに留意する。

【0060】

慣性計測ユニットから、ヘッドマウントディスプレイ 100 の最新の姿勢情報を示す IMU データを取得する (S28)。リプロジェクション部 240 は、ヘッドマウントディスプレイ 100 の最新の姿勢情報に合わせて拡張現実画像を変換する (S30)。歪み処理部 242 は、リプロジェクション後の拡張現実画像にレンズ歪み処理を施し、レンズ歪

10

20

30

40

50

み処理を施した拡張現実画像を出力する（S 3 2）。

【0061】

図5および図6で説明した画像生成システムの構成と処理手順の場合、レンダリングのフレームレートに合わせてカメラ画像を重畳することになる。レンダリングは処理時間がかかるため、レンダリング部232による仮想空間のレンダリングのフレームレートは、カメラユニット80による現実空間の撮影のフレームレートに比べると遅い。たとえば、カメラユニット80により120fpsの撮影が行われても、レンダリングは60fpsでしか描画できないことがある。そのため、ヘッドマウントディスプレイ100のディスプレイパネルに表示されるシースルー映像のフレームレートはレンダリングのフレームレートに合わせて低下し、シースルー映像がとぎれとぎれになり、拡張現実の映像を見ても現実感が伴わない結果となる。

10

【0062】

そこで、本実施の形態では、1回のレンダリングされたCG画像にカメラ画像を複数回重畳して拡張現実映像のポストプロセスを複数回行うことで、カメラユニット80のフレームレートに合わせた滑らかな映像を生成する。

【0063】

図7は、カメラ画像にCG画像を重畳して拡張現実画像を生成するための本実施の形態に係る画像生成システムの構成を説明する図である。図5の前提術の説明と重複する説明は適宜省略し、前提技術から改善した構成について説明する。

【0064】

20

レンダリング部232による1回のレンダリング結果であるCG画像に対して、カメラユニット80によるカメラ画像を複数回重畳するために、逆リプロジェクション部238は、画像信号処理部250により画像信号処理および歪み補正処理されたカメラ画像に対して逆リプロジェクション処理を施し、過去のヘッドマウントディスプレイ100の視点位置・視線方向から見える画像に変換し、AR重畳部234に与える。

【0065】

AR重畳部234は、レンダリング部232による1回のレンダリング結果のCG画像に対して1回目は画像信号処理部250から供給されるカメラ画像を合成するが、2回目以降は同じCG画像に対して逆リプロジェクション部238により逆リプロジェクションされたカメラ画像を合成する。ポストプロセス部236は、いずれの場合でもAR重畳部234により合成された拡張現実画像にポストプロセスを施す。それ以降の処理は図5の前提技術と同じである。なお、1回目と2回目以降を区別せずに、1回目についてもレンダリング結果のCG画像に対して逆リプロジェクション部238により逆リプロジェクションされたカメラ画像を合成するように構成してもよい。

30

【0066】

図8は、図7の画像生成システムによる拡張現実画像の生成手順を説明する図である。

【0067】

ヘッドマウントディスプレイ100のカメラユニット80が外界を撮影し、(n-1)番目のRaw画像を出力する（S40）。

【0068】

40

n番目のVsyncのタイミングにおいて、以下のステップS42～S62の処理が実行される。

【0069】

画像信号処理部250は、カメラユニット80により撮影された(n-1)番目のRaw画像に画像信号処理および歪み補正処理を施し、SLAMに使用するためのカメラ画像を生成する（S42）。慣性計測ユニットから、ヘッドマウントディスプレイ100の現在の姿勢情報を示すIMUデータを取得する（S44）。カメラ画像およびIMUデータを用いて、SLAM処理が実行され、ヘッドマウントディスプレイ100を装着したユーザの姿勢が推定される（S46）。

【0070】

50

姿勢推定データにもとづいて視点計算、仮想オブジェクトの物理演算などコンピュータグラフィックスの更新に必要な処理が行われる（S 4 8）。レンダリング部 2 3 2 は仮想空間のオブジェクトをレンダリングし、（ $n - 1$ ）番目のCG画像を生成する（S 5 0）。

【0 0 7 1】

画像信号処理部 2 5 0 は、カメラユニット 8 0 により撮影された（ $n - 1$ ）番目のRaw画像に画像信号処理および歪み補正処理を施し、ヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 にシースルー映像を提供するための（ $n - 1$ ）番目のカメラ画像を生成する（S 5 2）。

【0 0 7 2】

AR重畳部 2 3 4 は、（ $n - 1$ ）番目のカメラ画像に（ $n - 1$ ）番目のCG画像を重畳することで（ $n - 1$ ）番目の拡張現実画像を生成する（S 5 4）。ポストプロセス部 2 3 6 は（ $n - 1$ ）番目の拡張現実画像にポストプロセスを施す（S 5 6）。

【0 0 7 3】

慣性計測ユニットから、ヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 の最新の姿勢情報を示すIMUデータを取得する（S 5 8）。リプロジェクション部 2 4 0 は、ヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 の最新の姿勢情報にもとづいて2フレーム先の視点位置・視線方向を予測し、（ $n - 1$ ）番目の拡張現実画像を（ $n + 1$ ）番目の拡張現実画像に変換する（S 6 0）。レンダリングにより2フレーム分遅延するため、2フレーム先を予測してリプロジェクションを行う。

【0 0 7 4】

歪み処理部 2 4 2 は、リプロジェクション後の（ $n + 1$ ）番目の拡張現実画像にレンズ歪み処理を施し、（ $n + 1$ ）番目のVsyncのタイミングでレンズ歪み処理を施した（ $n + 1$ ）番目の拡張現実画像を出力する（S 6 2）。

【0 0 7 5】

次に n 番目のVsyncのタイミングにおいてヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 のカメラユニット 8 0 が外界を撮影し、 n 番目のRaw画像を出力する（S 7 0）。

【0 0 7 6】

（ $n + 1$ ）番目のVsyncのタイミングにおいて、以下のステップS 7 2 ~ S 8 6 の処理が実行される。

【0 0 7 7】

画像信号処理部 2 5 0 は、カメラユニット 8 0 により撮影された n 番目のRaw画像に画像信号処理および歪み補正処理を施し、ヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 にシースルー映像を提供するための n 番目のカメラ画像を生成する（S 7 2）。

【0 0 7 8】

慣性計測ユニットから、ヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 の最新の姿勢情報を示すIMUデータを取得する（S 7 4）。逆リプロジェクション部 2 3 8 は、最新のIMUデータにもとづいて n 番目のカメラ画像を1フレーム前の視点位置・視線方向から見た（ $n - 1$ ）番目のカメラ画像に変換する（S 7 6）。

【0 0 7 9】

AR重畳部 2 3 4 は、逆リプロジェクションされた（ $n - 1$ ）番目のカメラ画像に、ステップS 5 0においてレンダリングされた（ $n - 1$ ）番目のCG画像を重畳することで（ $n - 1$ ）番目の拡張現実の画像を生成する（S 7 8）。ポストプロセス部 2 3 6 は（ $n - 1$ ）番目の拡張現実画像にポストプロセスを施す（S 8 0）。

【0 0 8 0】

慣性計測ユニットから、ヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 の最新の姿勢情報を示すIMUデータを取得する（S 8 2）。リプロジェクション部 2 4 0 は、ヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 の最新の姿勢情報にもとづいて3フレーム先の視点位置・視線方向を予測し、（ $n - 1$ ）番目の拡張現実画像を（ $n + 2$ ）番目の拡張現実画像に変換する（S 8 4）。逆リプロジェクション処理でカメラ画像を1フレーム前に戻したため、ステップS 8 4のリプロジェクション処理では3フレーム先に進めることに留意する。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 1 】

歪み処理部 2 4 2 は、リプロジェクション後の ($n + 2$) 番目の拡張現実画像にレンズ歪み処理を施し、($n + 2$) 番目の $V s y n c$ のタイミングでレンズ歪み処理を施した ($n + 2$) 番目のカメラ画像を出力する (S 8 6)。

【 0 0 8 2 】

このようにレンダリングでは ($n - 1$) 番目の C G 画像が生成され、($n - 1$) 番目の C G 画像が ($n - 1$) 番目のカメラ画像と n 番目のカメラ画像に重畳され、ポストプロセスが施される。レンダリングに比べてポストプロセスは、カメラのフレームレートに等しい 2 倍の頻度で行われるため、滑らかな画像が生成される。

【 0 0 8 3 】

なお、上記の説明では、1 回のレンダリングによる同一の C G 画像に対して 2 枚のカメラ画像が重畳されてポストプロセスが施されたが、レンダリングがさらに時間がかかる場合には、1 回のレンダリングによる C G 画像に対して複数枚のカメラ画像が重畳され、複数回のポストプロセスが施されてもよい。

【 0 0 8 4 】

上記の説明では、レンダリング結果の C G 画像が 1 枚目のカメラ画像に重畳されるときは、カメラ画像に逆リプロジェクションを適用せず、同一の C G 画像が 2 枚目以降のカメラ画像に重畳されるときは、2 枚目以降のカメラ画像に逆リプロジェクションを適用した。しかしながら、レンダリングには時間がかかるため、最新のカメラ画像はポストプロセスの直前に取得するのが好ましく、そのため、レンダリングの際に利用した三次元グラフィックスの視点のタイムスタンプと重畳するカメラ画像のタイムスタンプに差が生じる。そのような場合、C G 画像が 1 枚目のカメラ画像に重畳されるときにも、2 つのタイムスタンプの差を埋めるためにカメラ画像に逆リプロジェクションを適用してから C G 画像を重畳してもよい。

【 0 0 8 5 】

逆リプロジェクションは、三次元グラフィックスの視点のタイムスタンプとポストプロセス時に使用するカメラ画像のタイムスタンプを合わせるために行われるものであり、逆リプロジェクションで適用する姿勢の差分を計算するために、2 つのタイムスタンプの間に取得される I M U データを利用する。

【 0 0 8 6 】

なお、慣性計測ユニットからは常に I M U データを取得しており、リプロジェクションに必要な区間の I M U データをすべて利用して姿勢を予測することができる。I M U データの取得周期は 1 ミリ秒以下であり、 $V s y n c$ の間隔よりも短い。I M U データが不足している区間は予測時間分を線形補間すればよい。

【 0 0 8 7 】

以上述べたように、本実施の形態の画像生成装置 2 0 0 によれば、1 回のレンダリング結果の C G 画像に対して複数枚のカメラ画像を重畳してポストプロセスを複数回施すので見かけ上フレームレートがカメラ画像のフレームレートまで上がり、滑らかで自然な拡張現実画像を生成することができる。

【 0 0 8 8 】

上記の実施の形態では、カメラ画像に C G 画像を重畳した拡張現実画像に対してレンダリングの頻度よりも高い頻度でポストプロセスを施して滑らかな拡張現実画像を生成したが、この方法は、ヘッドマウントディスプレイのトラッキングに限らず、一般的にレンダリングに使う仮想カメラの角度が変化している場合にも適用しても効果を奏する。たとえば、背景に動画を再生しながら、手前に仮想オブジェクトをレンダリングして、エフェクトを表示しているような場合には、アンチエイリアシングやノイズリダクションにより、見かけ上の品質を向上させることができる。

【 0 0 8 9 】

また、多層レンダリングに対してレンダリングの頻度よりも高い頻度でポストプロセスを施してもよい。たとえば、近距離の動きの激しいオブジェクトは高フレームレートでレ

10

20

30

40

50

ンダリングし、遠距離で比較的動きの少ないオブジェクトは低フレームレートでレンダリングし、両者を合成してポストプロセスを施す。ポストプロセスの頻度を高めると見かけ上の品質を向上させることができる。

【 0 0 9 0 】

以上、本発明を実施の形態をもとに説明した。実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

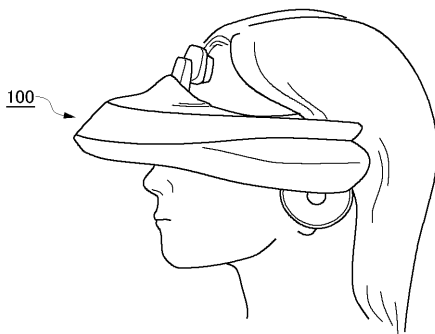
【符号の説明】

【 0 0 9 1 】

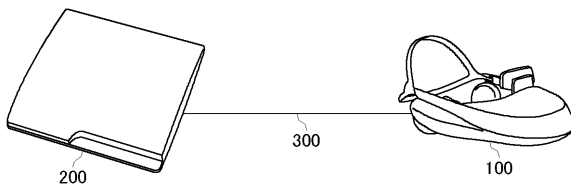
10 制御部、 20 入力インタフェース、 30 出力インタフェース、 32 ディスプレイパネル、 40 通信制御部、 42 ネットワークアダプタ、 44 アンテナ、 50 記憶部、 64 姿勢センサ、 70 外部入出力端子インタフェース、 72 外部メモリ、 80 カメラユニット、 100 ヘッドマウントディスプレイ、 200 画像生成装置、 210 位置・姿勢取得部、 220 視点・視線設定部、 230 画像生成部、 232 レンダリング部、 234 AR重畳部、 236 ポストプロセス部、 238 逆リプロジェクション部、 240 リプロジェクション部、 242 歪み処理部、 250 画像信号処理部、 260 画像記憶部、 280 HDMI送受信部、 300 インタフェース。

10

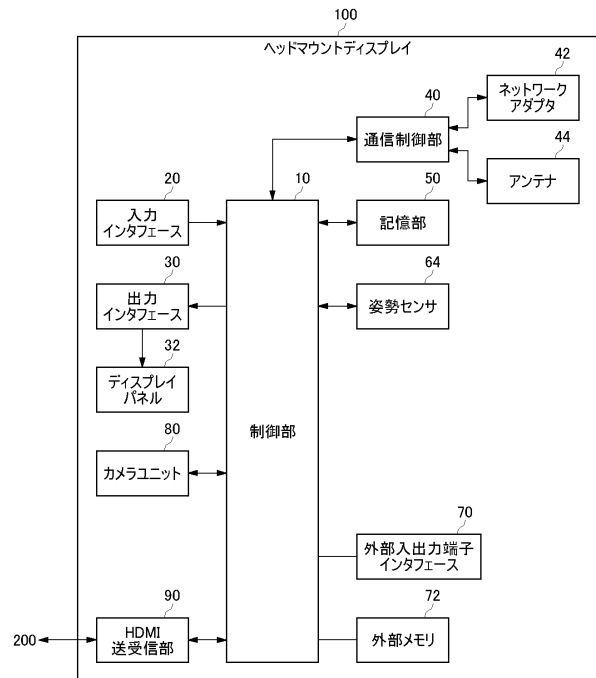
【図 1】



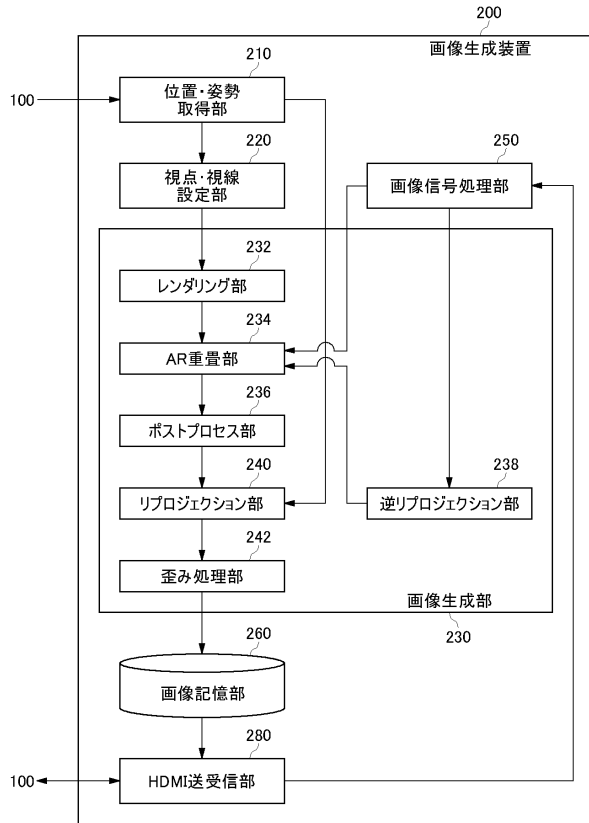
【図 2】



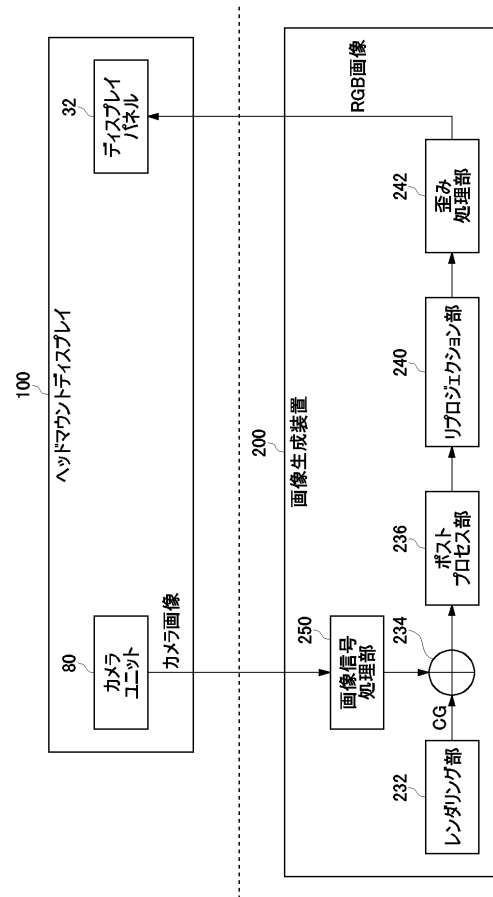
【図 3】



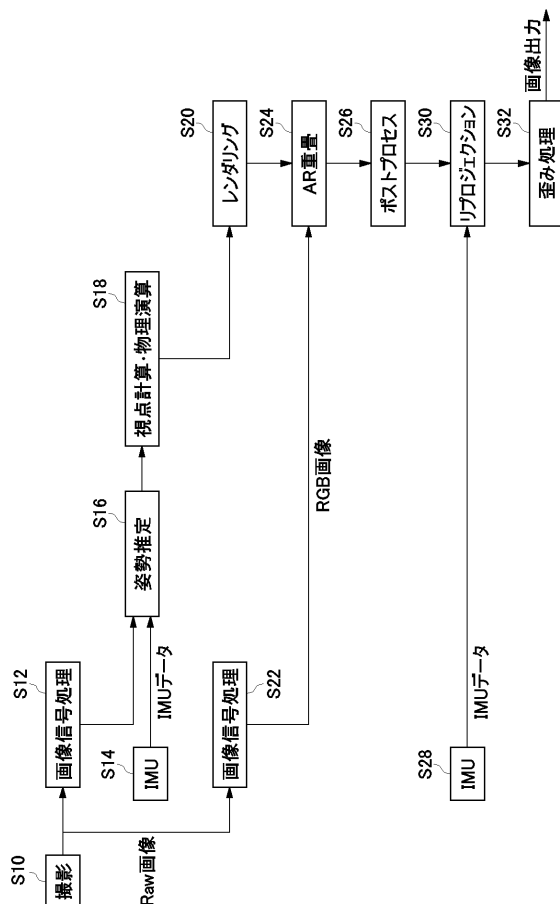
【図 4】



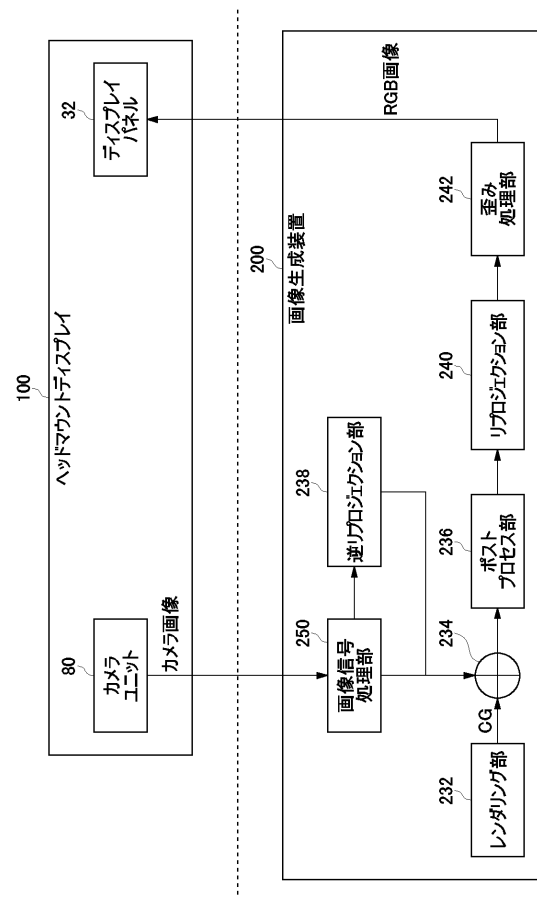
【図 5】



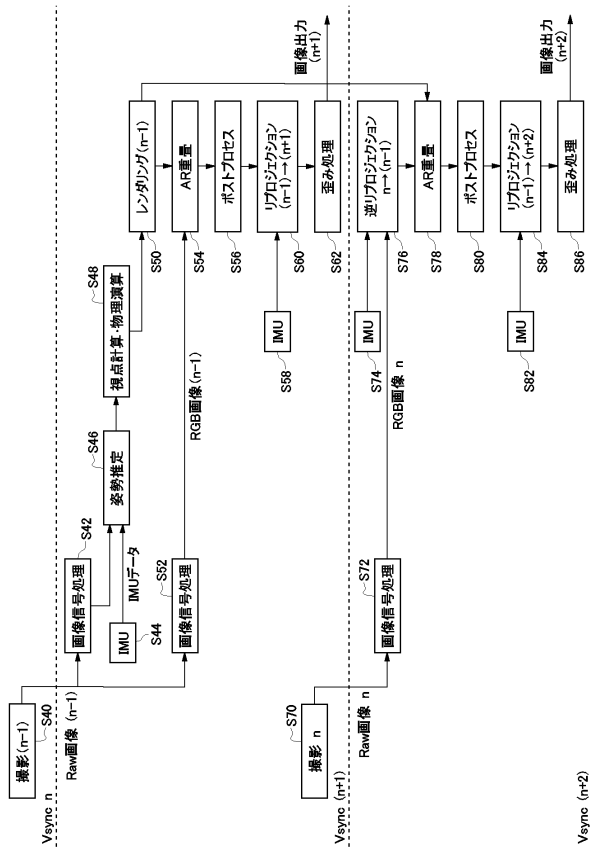
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 大橋 良徳

東京都港区港南1丁目7番1号 株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント内

審査官 岡本 俊威

(56)参考文献 米国特許出願公開第2016/0364904(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 15/00 - 19/20

G09G 5/00