(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7233202号
(P7233202)

(45)発行日　令和5年3月6日(2023.3.6)

(24)登録日　令和5年2月24日(2023.2.24)

(51)国際特許分類		FI		
G06T 19/00 (2011.01)		G06T	19/00	300B
A63F 13/428(2014.01)		A63F	13/428	
A63F 13/577(2014.01)		A63F	13/577	
A63F 13/58 (2014.01)		A63F	13/58	
A63F 13/56 (2014.01)		A63F	13/56	

請求項の数　4　（全39頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2018-217776(P2018-217776)
(22)出願日　平成30年11月20日(2018.11.20)
(62)分割の表示　特願2018-11993(P2018-11993)の分割
原出願日　平成30年1月26日(2018.1.26)
(65)公開番号　特開2019-128947(P2019-128947A)
(43)公開日　令和1年8月1日(2019.8.1)
審査請求日　令和2年12月25日(2020.12.25)

(73)特許権者　509070463
株式会社コロプラ
東京都港区赤坂九丁目７番２号
(72)発明者　加田 健志
東京都渋谷区恵比寿四丁目２０番３号
株式会社コロプラ内
審査官　板垣 有紀

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　プログラム、情報処理装置、および方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

ユーザの頭部に関連付けられた画像表示装置を介して仮想体験を前記ユーザに提供するために、プロセッサを備えたコンピュータによって実行されるプログラムであって、

前記プログラムは、前記プロセッサに、

前記仮想体験を前記ユーザに提供するための仮想空間を定義するステップと、

前記仮想空間内における仮想視点からの視界に対応する視界画像を定義するステップと、

前記視界画像を前記画像表示装置に出力するステップと、

前記ユーザの頭部の一部の動きに連動する第１オブジェクトを前記仮想空間に生成するステップと、

前記頭部の一部の動きに応じて、前記第１オブジェクトを動かすステップと、

第２オブジェクトを前記仮想空間に生成するステップと、

前記第１オブジェクトと前記第２オブジェクトとが衝突した場合、前記第２オブジェクトが衝突した前記第１オブジェクトの一部の機能を制限するステップと、

前記仮想視点からの視界は、仮想カメラからの視界であり、

前記視界画像は、立体視差に対応する第１視界画像および第２視界画像からなり、

前記機能は、前記第１視界画像を出力する第１機能および前記第２視界画像を出力する第２機能を含み、

前記機能を制限するステップにおいて、前記第１機能および前記第２機能のうちいずれ

かを制限し、
前記視界画像を出力するステップにおいて、
前記機能が制限されるまで、前記第１視界画像および前記第２視界画像を前記画像表示装置に出力し、
前記第１機能が制限された場合、前記第１視界画像の出力を停止し、
前記第２機能が制限された場合、前記第２視界画像の出力を停止する、
プログラム。
【請求項２】
前記視界画像は、立体視差に対応する右目用の第１視界画像および左目用の第２視界画像からなり、
前記視界画像を出力するステップにおいて、
前記機能が制限されるまで、前記右目用の前記第１視界画像および左目用の第２視界画像を前記画像表示装置に出力し、
前記第１機能が制限された場合、前記右目用の第１視界画像の出力を停止し、
前記第２機能が制限された場合、前記左目用の第２視界画像の出力を停止する、
請求項１に記載のプログラム。
【請求項３】
前記第１オブジェクトにパラメータが設定されており、
前記プログラムは、前記プロセッサに、前記第１オブジェクトと前記第２オブジェクトとの衝突に応じて、前記パラメータの値を減少させるステップをさらに実行させ、
前記機能を制限するステップにおいて、前記パラメータの値が第１閾値を下回った場合、前記機能を制限する、請求項1に記載のプログラム。
【請求項４】
情報処理装置であって、
前記情報処理装置は、
ユーザの頭部に関連付けられた画像表示装置と、
前記画像表示装置を介して仮想体験を前記ユーザに提供するために、プロセッサを備えたコンピュータによって実行されるプログラムを記憶する記憶部と、
前記情報処理装置の動作を制御する制御部と、を備え、
前記制御部は、
前記仮想体験を前記ユーザに提供するための仮想空間を定義し、
前記仮想空間内における仮想視点からの視界に対応する視界画像を定義し、
前記視界画像を前記画像表示装置に出力し、
前記ユーザの頭部の動きに連動する第１オブジェクトを前記仮想空間に生成し、
前記ユーザの頭部の動きに応じて、前記第１オブジェクトを動かし、
第２オブジェクトを前記仮想空間に生成し、
前記第１オブジェクトと前記第２オブジェクトとの衝突に応じて、前記第１オブジェクトに対応する機能を制限し、
前記仮想視点からの視界は、仮想カメラからの視界であり、
前記視界画像は、立体視差に対応する第１視界画像および第２視界画像からなり、
前記機能は、前記第１視界画像を出力する第１機能および前記第２視界画像を出力する第２機能を含み、
前記機能を制限するステップにおいて、前記第１機能および前記第２機能のうちいずれかを制限し、
前記視界画像を出力するステップにおいて、
前記機能が制限されるまで、前記第１視界画像および前記第２視界画像を前記画像表示装置に出力し、
前記第１機能が制限された場合、前記第１視界画像の出力を停止し、
前記第２機能が制限された場合、前記第２視界画像の出力を停止する、
情報処理装置。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、プログラム、情報処理装置、および方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
非特許文献１および２に、仮想空間においてユーザが敵キャラクタと戦うゲームの一例が開示されている。
【先行技術文献】
【非特許文献】
【０００３】
【文献】COLOPL CHANNEL、"TITAN SLAYER - Trailer ¦ HTC Vive, Oculus Rift"、［online］、平成29年4月12日、YouTube（登録商標）、［平成29年11月8日検索］、インターネット〈https://www.youtube.com/watch?v=kuo7Z3sfhKU〉
Unreal Engine、"Bullet Train VR Demo by Epic Games on Oculus ¦ Unreal Engine"、［online］、平成27年9月24日、YouTube（登録商標）、［平成29年11月8日検索］、インターネット〈https://www.youtube.com/watch?v=DmaxmnPzMWE〉
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
従来の技術には、仮想空間に対するユーザの没入感をより高めることができる余地がある。
【０００５】
本開示の一態様は、仮想空間に対するユーザの没入感をより高めることを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
本発明の一態様によれば、ユーザの頭部に関連付けられた画像表示装置を介して仮想体験をユーザに提供するために、プロセッサを備えたコンピュータによって実行されるプログラムが提供される。プログラムは、プロセッサに、仮想体験をユーザに提供するための仮想空間を定義するステップと、ユーザの身体の一部の動きに連動する第１オブジェクトを仮想空間に生成するステップと、身体の一部の動きに応じて、第１オブジェクトを動かすステップと、第２オブジェクトを仮想空間に生成するステップと、第１オブジェクトと第２オブジェクトとが第１位置関係になるまで、第１オブジェクトの位置変化に追随するように第２オブジェクトを移動させ、第１オブジェクトと第２オブジェクトとが第１位置関係になった後、第１オブジェクトの位置変化に追随させずに第２オブジェクトを移動させるステップと、仮想空間内における仮想視点からの視界に対応する視界画像を定義するステップと、視界画像を画像表示装置に出力するステップとを実行させる。
【発明の効果】
【０００７】
本開示の一態様によれば、仮想空間に対するユーザの没入感をより高めることができる。
【図面の簡単な説明】
【０００８】
【図１】ある実施の形態に従うＨＭＤシステムの構成の概略を表す図である。
【図２】ある実施の形態に従うコンピュータのハードウェア構成の一例を表すブロック図である。
【図３】ある実施の形態に従うＨＭＤに設定されるｕｖｗ視野座標系を概念的に表す図である。
【図４】ある実施の形態に従う仮想空間を表現する一態様を概念的に表す図である。
【図５】ある実施の形態に従うＨＭＤを装着するユーザの頭部を上から表した図である。

【図６】仮想空間において視界領域をＸ方向から見たＹＺ断面を表す図である。
【図７】仮想空間において視界領域をＹ方向から見たＸＺ断面を表す図である。
【図８（Ａ）】ある実施の形態に従うコントローラの概略構成を表す図である。
【図８（Ｂ）】ある実施の形態に従うユーザの右手に対して規定されるヨー、ロール、ピッチの各方向の一例を示す図である。
【図９】ある実施の形態に従うサーバのハードウェア構成の一例を表すブロック図である。
【図１０】ある実施の形態に従うコンピュータをモジュール構成として表わすブロック図である。
【図１１】ある実施の形態に従うＨＭＤセットにおいて実行される処理の一部を表すシーケンスチャートである。
【図１２（Ａ）】ネットワークにおいて、各ＨＭＤがユーザに仮想空間を提供する状況を表す模式図である。
【図１２（Ｂ）】図１２（Ａ）におけるユーザ５Ａの視界画像を示す図である。
【図１３】ある実施の形態に従うＨＭＤシステムにおいて実行する処理を示すシーケンス図である。
【図１４】ある実施の形態に従うコンピュータのモジュールの詳細構成を表わすブロック図である。
【図１５】ある実施の形態に従う仮想空間および視界画像を示す図である。
【図１６】ある実施の形態に従うＨＭＤセットにおいて実行される処理の一部を表すシーケンスチャートである。
【図１７】ある実施の形態に従う仮想空間および視界画像を示す図である。
【図１８】ある実施の形態に従う仮想空間および視界画像を示す図である。
【図１９】ある実施の形態に従う仮想空間および視界画像を示す図である。
【図２０】ある実施の形態に従う仮想空間および視界画像を表す図である。
【図２１】ある実施の形態に従う仮想空間および視界画像を表す図である。
【図２２】ある実施の形態に従う仮想空間を表す図である。
【図２３】ある実施の形態に従う仮想空間を表す図である。
【発明を実施するための形態】
【０００９】
以下、この技術的思想の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。以下の説明では、同一の部品には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同じである。したがって、それらについての詳細な説明は繰り返さない。本開示において示される１以上の実施形態において、各実施形態が含む要素を互いに組み合わせることができ、かつ、当該組み合わせられた結果物も本開示が示す実施形態の一部をなすものとする。
【００１０】
［ＨＭＤシステムの構成］
図１を参照して、ＨＭＤ（Head-Mounted Device）システム１００の構成について説明
する。図１は、本実施の形態に従うＨＭＤシステム１００の構成の概略を表す図である。ＨＭＤシステム１００は、家庭用のシステムとしてあるいは業務用のシステムとして提供される。
【００１１】
ＨＭＤシステム１００は、サーバ６００と、ＨＭＤセット１１０Ａ，１１０Ｂ，１１０Ｃ，１１０Ｄと、外部機器７００と、ネットワーク２とを含む。ＨＭＤセット１１０Ａ，１１０Ｂ，１１０Ｃ，１１０Ｄの各々は、ネットワーク２を介してサーバ６００や外部機器７００と通信可能に構成される。以下、ＨＭＤセット１１０Ａ，１１０Ｂ，１１０Ｃ，１１０Ｄを総称して、ＨＭＤセット１１０とも言う。ＨＭＤシステム１００を構成するＨＭＤセット１１０の数は、４つに限られず、３つ以下でも、５つ以上でもよい。ＨＭＤセット１１０は、ＨＭＤ１２０と、コンピュータ２００と、ＨＭＤセンサ４１０と、ディスプレイ４３０と、コントローラ３００とを備える。ＨＭＤ１２０は、モニタ１３０と、注

視センサ１４０と、第１カメラ１５０と、第２カメラ１６０と、マイク１７０と、スピーカ１８０とを含む。コントローラ３００は、モーションセンサ４２０を含み得る。

【００１２】

ある局面において、コンピュータ２００は、インターネットその他のネットワーク２に接続可能であり、ネットワーク２に接続されているサーバ６００その他のコンピュータと通信可能である。その他のコンピュータとしては、例えば、他のＨＭＤセット１１０のコンピュータや外部機器７００が挙げられる。別の局面において、ＨＭＤ１２０は、ＨＭＤセンサ４１０の代わりに、センサ１９０を含み得る。

【００１３】

ＨＭＤ１２０は、ユーザ５の頭部に装着され、動作中に仮想空間をユーザ５に提供し得る。より具体的には、ＨＭＤ１２０は、右目用の画像および左目用の画像をモニタ１３０にそれぞれ表示する。ユーザ５の各目がそれぞれの画像を視認すると、ユーザ５は、両目の視差に基づき当該画像を３次元画像として認識し得る。ＨＭＤ１２０は、モニタを備える所謂ヘッドマウントディスプレイと、スマートフォンその他のモニタを有する端末を装着可能なヘッドマウント機器のいずれをも含み得る。

【００１４】

モニタ１３０は、例えば、非透過型の表示装置として実現される。ある局面において、モニタ１３０は、ユーザ５の両目の前方に位置するようにＨＭＤ１２０の本体に配置されている。したがって、ユーザ５は、モニタ１３０に表示される３次元画像を視認すると、仮想空間に没入することができる。ある局面において、仮想空間は、例えば、背景、ユーザ５が操作可能なオブジェクト、ユーザ５が選択可能なメニューの画像を含む。ある局面において、モニタ１３０は、所謂スマートフォンその他の情報表示端末が備える液晶モニタまたは有機ＥＬ（Electro Luminescence）モニタとして実現され得る。

【００１５】

別の局面において、モニタ１３０は、透過型の表示装置として実現され得る。この場合、ＨＭＤ１２０は、図１に示されるようにユーザ５の目を覆う密閉型ではなく、メガネ型のような開放型であり得る。透過型のモニタ１３０は、その透過率を調整することにより、一時的に非透過型の表示装置として構成可能であってもよい。モニタ１３０は、仮想空間を構成する画像の一部と、現実空間とを同時に表示する構成を含んでいてもよい。例えば、モニタ１３０は、ＨＭＤ１２０に搭載されたカメラで撮影した現実空間の画像を表示してもよいし、一部の透過率を高く設定することにより現実空間を視認可能にしてもよい。

【００１６】

ある局面において、モニタ１３０は、右目用の画像を表示するためのサブモニタと、左目用の画像を表示するためのサブモニタとを含み得る。別の局面において、モニタ１３０は、右目用の画像と左目用の画像とを一体として表示する構成であってもよい。この場合、モニタ１３０は、高速シャッタを含む。高速シャッタは、画像がいずれか一方の目にのみ認識されるように、右目用の画像と左目用の画像とを交互に表示可能に作動する。

【００１７】

ある局面において、ＨＭＤ１２０は、図示せぬ複数の光源を含む。各光源は例えば、赤外線を発するＬＥＤ（Light Emitting Diode）により実現される。ＨＭＤセンサ４１０は、ＨＭＤ１２０の動きを検出するためのポジショントラッキング機能を有する。より具体的には、ＨＭＤセンサ４１０は、ＨＭＤ１２０が発する複数の赤外線を読み取り、現実空間内におけるＨＭＤ１２０の位置および傾きを検出する。

【００１８】

別の局面において、ＨＭＤセンサ４１０は、カメラにより実現されてもよい。この場合、ＨＭＤセンサ４１０は、カメラから出力されるＨＭＤ１２０の画像情報を用いて、画像解析処理を実行することにより、ＨＭＤ１２０の位置および傾きを検出することができる。

【００１９】

別の局面において、ＨＭＤ１２０は、位置検出器として、ＨＭＤセンサ４１０の代わりに、あるいはＨＭＤセンサ４１０に加えてセンサ１９０を備えてもよい。ＨＭＤ１２０は、センサ１９０を用いて、ＨＭＤ１２０自身の位置および傾きを検出し得る。例えば、センサ１９０が角速度センサ、地磁気センサ、あるいは加速度センサである場合、ＨＭＤ１２０は、ＨＭＤセンサ４１０の代わりに、これらの各センサのいずれかを用いて、自身の位置および傾きを検出し得る。一例として、センサ１９０が角速度センサである場合、角速度センサは、現実空間におけるＨＭＤ１２０の３軸周りの角速度を経時的に検出する。ＨＭＤ１２０は、各角速度に基づいて、ＨＭＤ１２０の３軸周りの角度の時間的変化を算出し、さらに、角度の時間的変化に基づいて、ＨＭＤ１２０の傾きを算出する。

【００２０】

注視センサ１４０は、ユーザ５の右目および左目の視線が向けられる方向を検出する。つまり、注視センサ１４０は、ユーザ５の視線を検出する。視線の方向の検出は、例えば、公知のアイトラッキング機能によって実現される。注視センサ１４０は、当該アイトラッキング機能を有するセンサにより実現される。ある局面において、注視センサ１４０は、右目用のセンサおよび左目用のセンサを含むことが好ましい。注視センサ１４０は、例えば、ユーザ５の右目および左目に赤外光を照射するとともに、照射光に対する角膜および虹彩からの反射光を受けることにより各眼球の回転角を検出するセンサであってもよい。注視センサ１４０は、検出した各回転角に基づいて、ユーザ５の視線を検知することができる。

【００２１】

第１カメラ１５０は、ユーザ５の顔の下部を撮影する。より具体的には、第１カメラ１５０は、ユーザ５の鼻および口などを撮影する。第２カメラ１６０は、ユーザ５の目および眉などを撮影する。ＨＭＤ１２０のユーザ５側の筐体をＨＭＤ１２０の内側、ＨＭＤ１２０のユーザ５とは逆側の筐体をＨＭＤ１２０の外側と定義する。ある局面において、第１カメラ１５０は、ＨＭＤ１２０の外側に配置され、第２カメラ１６０は、ＨＭＤ１２０の内側に配置され得る。第１カメラ１５０および第２カメラ１６０が生成した画像は、コンピュータ２００に入力される。別の局面において、第１カメラ１５０と第２カメラ１６０とを１台のカメラとして実現し、この１台のカメラでユーザ５の顔を撮影するようにしてもよい。

【００２２】

マイク１７０は、ユーザ５の発話を音声信号（電気信号）に変換してコンピュータ２００に出力する。スピーカ１８０は、音声信号を音声に変換してユーザ５に出力する。別の局面において、ＨＭＤ１２０は、スピーカ１８０に替えてイヤホンを含み得る。

【００２３】

コントローラ３００は、有線または無線によりコンピュータ２００に接続されている。コントローラ３００は、ユーザ５からコンピュータ２００への命令の入力を受け付ける。ある局面において、コントローラ３００は、ユーザ５によって把持可能に構成される。別の局面において、コントローラ３００は、ユーザ５の身体あるいは衣類の一部に装着可能に構成される。さらに別の局面において、コントローラ３００は、コンピュータ２００から送信される信号に基づいて、振動、音、光のうちの少なくともいずれかを出力するように構成されてもよい。さらに別の局面において、コントローラ３００は、ユーザ５から、仮想空間に配置されるオブジェクトの位置や動きを制御するための操作を受け付ける。

【００２４】

ある局面において、コントローラ３００は、複数の光源を含む。各光源は例えば、赤外線を発するＬＥＤにより実現される。ＨＭＤセンサ４１０は、ポジショントラッキング機能を有する。この場合、ＨＭＤセンサ４１０は、コントローラ３００が発する複数の赤外線を読み取り、現実空間内におけるコントローラ３００の位置および傾きを検出する。別の局面において、ＨＭＤセンサ４１０は、カメラにより実現されてもよい。この場合、ＨＭＤセンサ４１０は、カメラから出力されるコントローラ３００の画像情報を用いて、画像解析処理を実行することにより、コントローラ３００の位置および傾きを検出すること

ができる。
【００２５】
モーションセンサ４２０は、ある局面において、ユーザ５の手に取り付けられて、ユーザ５の手の動きを検出する。例えば、モーションセンサ４２０は、手の回転速度、回転数等を検出する。検出された信号は、コンピュータ２００に送られる。モーションセンサ４２０は、例えば、コントローラ３００に設けられている。ある局面において、モーションセンサ４２０は、例えば、ユーザ５に把持可能に構成されたコントローラ３００に設けられている。別の局面において、現実空間における安全のため、コントローラ３００は、手袋型のようにユーザ５の手に装着されることにより容易に飛んで行かないものに装着される。さらに別の局面において、ユーザ５に装着されないセンサがユーザ５の手の動きを検出してもよい。例えば、ユーザ５を撮影するカメラの信号が、ユーザ５の動作を表わす信号として、コンピュータ２００に入力されてもよい。モーションセンサ４２０とコンピュータ２００とは、一例として、無線により互いに接続される。無線の場合、通信形態は特に限られず、例えば、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）その他の公知の通信手法が用いられる。
【００２６】
ディスプレイ４３０は、モニタ１３０に表示されている画像と同様の画像を表示する。これにより、ＨＭＤ１２０を装着しているユーザ５以外のユーザにも当該ユーザ５と同様の画像を視聴させることができる。ディスプレイ４３０に表示される画像は、３次元画像である必要はなく、右目用の画像や左目用の画像であってもよい。ディスプレイ４３０としては、例えば、液晶ディスプレイや有機ＥＬモニタなどが挙げられる。
【００２７】
サーバ６００は、コンピュータ２００にプログラムを送信し得る。別の局面において、サーバ６００は、他のユーザによって使用されるＨＭＤ１２０に仮想現実を提供するための他のコンピュータ２００と通信し得る。例えば、アミューズメント施設において、複数のユーザが参加型のゲームを行なう場合、各コンピュータ２００は、各ユーザの動作に基づく信号をサーバ６００を介して他のコンピュータ２００と通信して、同じ仮想空間において複数のユーザが共通のゲームを楽しむことを可能にする。各コンピュータ２００は、各ユーザの動作に基づく信号をサーバ６００を介さずに他のコンピュータ２００と通信するようにしてもよい。
【００２８】
外部機器７００は、コンピュータ２００と通信可能な機器であればどのような機器であってもよい。外部機器７００は、例えば、ネットワーク２を介してコンピュータ２００と通信可能な機器であってもよいし、近距離無線通信や有線接続によりコンピュータ２００と直接通信可能な機器であってもよい。外部機器７００としては、例えば、スマートデバイス、ＰＣ（Personal Computer）、及びコンピュータ２００の周辺機器などが挙げられるが、これらに限定されるものではない。
【００２９】
［コンピュータのハードウェア構成］
図２を参照して、本実施の形態に係るコンピュータ２００について説明する。図２は、本実施の形態に従うコンピュータ２００のハードウェア構成の一例を表すブロック図である。コンピュータ２００は、主たる構成要素として、プロセッサ２１０と、メモリ２２０と、ストレージ２３０と、入出力インターフェイス２４０と、通信インターフェイス２５０とを備える。各構成要素は、それぞれ、バス２６０に接続されている。
【００３０】
プロセッサ２１０は、コンピュータ２００に与えられる信号に基づいて、あるいは、予め定められた条件が成立したことに基づいて、メモリ２２０またはストレージ２３０に格納されているプログラムに含まれる一連の命令を実行する。ある局面において、プロセッサ２１０は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＧＰＵ（Graphics Processing Unit）、ＭＰＵ（Micro Processor Unit）、ＦＰＧＡ（Field-Programmable Gate Arr

ay）その他のデバイスとして実現される。
【００３１】
メモリ２２０は、プログラムおよびデータを一時的に保存する。プログラムは、例えば、ストレージ２３０からロードされる。データは、コンピュータ２００に入力されたデータと、プロセッサ２１０によって生成されたデータとを含む。ある局面において、メモリ２２０は、ＲＡＭ（Random Access Memory）その他の揮発メモリとして実現される。
【００３２】
ストレージ２３０は、プログラムおよびデータを永続的に保持する。ストレージ２３０は、例えば、ＲＯＭ（Read-Only Memory）、ハードディスク装置、フラッシュメモリ、その他の不揮発記憶装置として実現される。ストレージ２３０に格納されるプログラムは、ＨＭＤシステム１００において仮想空間を提供するためのプログラム、シミュレーションプログラム、ゲームプログラム、ユーザ認証プログラム、他のコンピュータ２００との通信を実現するためのプログラムを含む。ストレージ２３０に格納されるデータは、仮想空間を規定するためのデータおよびオブジェクト等を含む。
【００３３】
別の局面において、ストレージ２３０は、メモリカードのように着脱可能な記憶装置として実現されてもよい。さらに別の局面において、コンピュータ２００に内蔵されたストレージ２３０の代わりに、外部の記憶装置に保存されているプログラムおよびデータを使用する構成が使用されてもよい。このような構成によれば、例えば、アミューズメント施設のように複数のＨＭＤシステム１００が使用される場面において、プログラムやデータの更新を一括して行なうことが可能になる。
【００３４】
入出力インターフェイス２４０は、ＨＭＤ１２０、ＨＭＤセンサ４１０、モーションセンサ４２０およびディスプレイ４３０との間で信号を通信する。ＨＭＤ１２０に含まれるモニタ１３０，注視センサ１４０，第１カメラ１５０，第２カメラ１６０，マイク１７０およびスピーカ１８０は、ＨＭＤ１２０の入出力インターフェイス２４０を介してコンピュータ２００との通信を行ない得る。ある局面において、入出力インターフェイス２４０は、ＵＳＢ（Universal Serial Bus）、ＤＶＩ（Digital Visual Interface）、ＨＤＭＩ（登録商標）（High-Definition Multimedia Interface）その他の端子を用いて実現される。入出力インターフェイス２４０は上述のものに限られない。
【００３５】
ある局面において、入出力インターフェイス２４０は、さらに、コントローラ３００と通信し得る。例えば、入出力インターフェイス２４０は、コントローラ３００およびモーションセンサ４２０から出力された信号の入力を受ける。別の局面において、入出力インターフェイス２４０は、プロセッサ２１０から出力された命令を、コントローラ３００に送る。当該命令は、振動、音声出力、発光等をコントローラ３００に指示する。コントローラ３００は、当該命令を受信すると、その命令に応じて、振動、音声出力または発光のいずれかを実行する。
【００３６】
通信インターフェイス２５０は、ネットワーク２に接続されて、ネットワーク２に接続されている他のコンピュータ（例えば、サーバ６００）と通信する。ある局面において、通信インターフェイス２５０は、例えば、ＬＡＮ（Local Area Network）その他の有線通信インターフェイス、あるいは、ＷｉＦｉ（Wireless Fidelity）、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）、ＮＦＣ（Near Field Communication）その他の無線通信インターフェイスとして実現される。通信インターフェイス２５０は上述のものに限られない。
【００３７】
ある局面において、プロセッサ２１０は、ストレージ２３０にアクセスし、ストレージ２３０に格納されている１つ以上のプログラムをメモリ２２０にロードし、当該プログラムに含まれる一連の命令を実行する。当該１つ以上のプログラムは、コンピュータ２００のオペレーティングシステム、仮想空間を提供するためのアプリケーションプログラム、

仮想空間で実行可能なゲームソフトウェア等を含み得る。プロセッサ２１０は、入出力インターフェイス２４０を介して、仮想空間を提供するための信号をＨＭＤ１２０に送る。ＨＭＤ１２０は、その信号に基づいてモニタ１３０に映像を表示する。

【００３８】

図２に示される例では、コンピュータ２００は、ＨＭＤ１２０の外部に設けられる構成が示されているが、別の局面において、コンピュータ２００は、ＨＭＤ１２０に内蔵されてもよい。一例として、モニタ１３０を含む携帯型の情報通信端末（例えば、スマートフォン）がコンピュータ２００として機能してもよい。

【００３９】

コンピュータ２００は、複数のＨＭＤ１２０に共通して用いられる構成であってもよい。このような構成によれば、例えば、複数のユーザに同一の仮想空間を提供することもできるので、各ユーザは同一の仮想空間で他のユーザと同一のアプリケーションを楽しむことができる。

【００４０】

ある実施の形態において、ＨＭＤシステム１００では、現実空間における座標系である実座標系が予め設定されている。実座標系は、現実空間における鉛直方向、鉛直方向に直交する水平方向、並びに、鉛直方向および水平方向の双方に直交する前後方向にそれぞれ平行な、３つの基準方向（軸）を有する。実座標系における水平方向、鉛直方向（上下方向）、および前後方向は、それぞれ、ｘ軸、ｙ軸、ｚ軸と規定される。より具体的には、実座標系において、ｘ軸は現実空間の水平方向に平行である。ｙ軸は、現実空間の鉛直方向に平行である。ｚ軸は現実空間の前後方向に平行である。

【００４１】

ある局面において、ＨＭＤセンサ４１０は、赤外線センサを含む。赤外線センサが、ＨＭＤ１２０の各光源から発せられた赤外線をそれぞれ検出すると、ＨＭＤ１２０の存在を検出する。ＨＭＤセンサ４１０は、さらに、各点の値（実座標系における各座標値）に基づいて、ＨＭＤ１２０を装着したユーザ５の動きに応じた、現実空間内におけるＨＭＤ１２０の位置および傾き（向き）を検出する。より詳しくは、ＨＭＤセンサ４１０は、経時的に検出された各値を用いて、ＨＭＤ１２０の位置および傾きの時間的変化を検出できる。

【００４２】

ＨＭＤセンサ４１０によって検出されたＨＭＤ１２０の各傾きは、実座標系におけるＨＭＤ１２０の３軸周りの各傾きに相当する。ＨＭＤセンサ４１０は、実座標系におけるＨＭＤ１２０の傾きに基づき、ｕｖｗ視野座標系をＨＭＤ１２０に設定する。ＨＭＤ１２０に設定されるｕｖｗ視野座標系は、ＨＭＤ１２０を装着したユーザ５が仮想空間において物体を見る際の視点座標系に対応する。

【００４３】

［ｕｖｗ視野座標系］

図３を参照して、ｕｖｗ視野座標系について説明する。図３は、ある実施の形態に従うＨＭＤ１２０に設定されるｕｖｗ視野座標系を概念的に表す図である。ＨＭＤセンサ４１０は、ＨＭＤ１２０の起動時に、実座標系におけるＨＭＤ１２０の位置および傾きを検出する。プロセッサ２１０は、検出された値に基づいて、ｕｖｗ視野座標系をＨＭＤ１２０に設定する。

【００４４】

図３に示されるように、ＨＭＤ１２０は、ＨＭＤ１２０を装着したユーザ５の頭部を中心（原点）とした３次元のｕｖｗ視野座標系を設定する。より具体的には、ＨＭＤ１２０は、実座標系を規定する水平方向、鉛直方向、および前後方向（ｘ軸、ｙ軸、ｚ軸）を、実座標系内においてＨＭＤ１２０の各軸周りの傾きだけ各軸周りにそれぞれ傾けることによって新たに得られる３つの方向を、ＨＭＤ１２０におけるｕｖｗ視野座標系のピッチ軸（ｕ軸）、ヨー軸（ｖ軸）、およびロール軸（ｗ軸）として設定する。

【００４５】

ある局面において、ＨＭＤ１２０を装着したユーザ５が直立し、かつ、正面を視認している場合、プロセッサ２１０は、実座標系に平行なｕｖｗ視野座標系をＨＭＤ１２０に設定する。この場合、実座標系における水平方向（ｘ軸）、鉛直方向（ｙ軸）、および前後方向（ｚ軸）は、ＨＭＤ１２０におけるｕｖｗ視野座標系のピッチ軸（ｕ軸）、ヨー軸（ｖ軸）、およびロール軸（ｗ軸）に一致する。

【００４６】

ｕｖｗ視野座標系がＨＭＤ１２０に設定された後、ＨＭＤセンサ４１０は、ＨＭＤ１２０の動きに基づいて、設定されたｕｖｗ視野座標系におけるＨＭＤ１２０の傾きを検出できる。この場合、ＨＭＤセンサ４１０は、ＨＭＤ１２０の傾きとして、ｕｖｗ視野座標系におけるＨＭＤ１２０のピッチ角（θｕ）、ヨー角（θｖ）、およびロール角（θｗ）をそれぞれ検出する。ピッチ角（θｕ）は、ｕｖｗ視野座標系におけるピッチ軸周りのＨＭＤ１２０の傾き角度を表す。ヨー角（θｖ）は、ｕｖｗ視野座標系におけるヨー軸周りのＨＭＤ１２０の傾き角度を表す。ロール角（θｗ）は、ｕｖｗ視野座標系におけるロール軸周りのＨＭＤ１２０の傾き角度を表す。

【００４７】

ＨＭＤセンサ４１０は、検出されたＨＭＤ１２０の傾きに基づいて、ＨＭＤ１２０が動いた後のＨＭＤ１２０におけるｕｖｗ視野座標系を、ＨＭＤ１２０に設定する。ＨＭＤ１２０と、ＨＭＤ１２０のｕｖｗ視野座標系との関係は、ＨＭＤ１２０の位置および傾きに関わらず、常に一定である。ＨＭＤ１２０の位置および傾きが変わると、当該位置および傾きの変化に連動して、実座標系におけるＨＭＤ１２０のｕｖｗ視野座標系の位置および傾きが変化する。

【００４８】

ある局面において、ＨＭＤセンサ４１０は、赤外線センサからの出力に基づいて取得される赤外線の光強度および複数の点間の相対的な位置関係（例えば、各点間の距離など）に基づいて、ＨＭＤ１２０の現実空間内における位置を、ＨＭＤセンサ４１０に対する相対位置として特定してもよい。プロセッサ２１０は、特定された相対位置に基づいて、現実空間内（実座標系）におけるＨＭＤ１２０のｕｖｗ視野座標系の原点を決定してもよい。

【００４９】

［仮想空間］

図４を参照して、仮想空間についてさらに説明する。図４は、ある実施の形態に従う仮想空間１１を表現する一態様を概念的に表す図である。仮想空間１１は、中心１２の３６０度方向の全体を覆う全天球状の構造を有する。図４では、説明を複雑にしないために、仮想空間１１のうちの上半分の天球が例示されている。仮想空間１１では各メッシュが規定される。各メッシュの位置は、仮想空間１１に規定されるグローバル座標系であるＸＹＺ座標系における座標値として予め規定されている。コンピュータ２００は、仮想空間１１に展開可能なパノラマ画像１３（静止画、動画等）を構成する各部分画像を、仮想空間１１において対応する各メッシュにそれぞれ対応付ける。

【００５０】

ある局面において、仮想空間１１では、中心１２を原点とするＸＹＺ座標系が規定される。ＸＹＺ座標系は、例えば、実座標系に平行である。ＸＹＺ座標系における水平方向、鉛直方向（上下方向）、および前後方向は、それぞれＸ軸、Ｙ軸、Ｚ軸として規定される。したがって、ＸＹＺ座標系のＸ軸（水平方向）が実座標系のｘ軸と平行であり、ＸＹＺ座標系のＹ軸（鉛直方向）が実座標系のｙ軸と平行であり、ＸＹＺ座標系のＺ軸（前後方向）が実座標系のｚ軸と平行である。

【００５１】

ＨＭＤ１２０の起動時、すなわちＨＭＤ１２０の初期状態において、仮想カメラ１４が、仮想空間１１の中心１２に配置される。ある局面において、プロセッサ２１０は、仮想カメラ１４が撮影する画像をＨＭＤ１２０のモニタ１３０に表示する。仮想カメラ１４は、現実空間におけるＨＭＤ１２０の動きに連動して、仮想空間１１を同様に移動する。こ

れにより、現実空間におけるＨＭＤ１２０の位置および傾きの変化が、仮想空間１１において同様に再現され得る。

【００５２】

仮想カメラ１４には、ＨＭＤ１２０の場合と同様に、ｕｖｗ視野座標系が規定される。仮想空間１１における仮想カメラ１４のｕｖｗ視野座標系は、現実空間（実座標系）におけるＨＭＤ１２０のｕｖｗ視野座標系に連動するように規定されている。したがって、ＨＭＤ１２０の傾きが変化すると、それに応じて、仮想カメラ１４の傾きも変化する。仮想カメラ１４は、ＨＭＤ１２０を装着したユーザ５の現実空間における移動に連動して、仮想空間１１において移動することもできる。

【００５３】

コンピュータ２００のプロセッサ２１０は、仮想カメラ１４の位置と傾き（基準視線１６）とに基づいて、仮想空間１１における視界領域１５を規定する。視界領域１５は、仮想空間１１のうち、ＨＭＤ１２０を装着したユーザ５が視認する領域に対応する。つまり、仮想カメラ１４の位置は、仮想空間１１におけるユーザ５の視点と言える。

【００５４】

注視センサ１４０によって検出されるユーザ５の視線は、ユーザ５が物体を視認する際の視点座標系における方向である。ＨＭＤ１２０のｕｖｗ視野座標系は、ユーザ５がモニタ１３０を視認する際の視点座標系に等しい。仮想カメラ１４のｕｖｗ視野座標系は、ＨＭＤ１２０のｕｖｗ視野座標系に連動している。したがって、ある局面に従うＨＭＤシステム１００は、注視センサ１４０によって検出されたユーザ５の視線を、仮想カメラ１４のｕｖｗ視野座標系におけるユーザ５の視線とみなすことができる。

【００５５】

［ユーザの視線］

図５を参照して、ユーザ５の視線の決定について説明する。図５は、ある実施の形態に従うＨＭＤ１２０を装着するユーザ５の頭部を上から表した図である。

【００５６】

ある局面において、注視センサ１４０は、ユーザ５の右目および左目の各視線を検出する。ある局面において、ユーザ５が近くを見ている場合、注視センサ１４０は、視線Ｒ１およびＬ１を検出する。別の局面において、ユーザ５が遠くを見ている場合、注視センサ１４０は、視線Ｒ２およびＬ２を検出する。この場合、ロール軸ｗに対して視線Ｒ２およびＬ２が成す角度は、ロール軸ｗに対して視線Ｒ１およびＬ１が成す角度よりも小さい。注視センサ１４０は、検出結果をコンピュータ２００に送信する。

【００５７】

コンピュータ２００が、視線の検出結果として、視線Ｒ１およびＬ１の検出値を注視センサ１４０から受信した場合には、その検出値に基づいて、視線Ｒ１およびＬ１の交点である注視点Ｎ１を特定する。一方、コンピュータ２００は、視線Ｒ２およびＬ２の検出値を注視センサ１４０から受信した場合には、視線Ｒ２およびＬ２の交点を注視点として特定する。コンピュータ２００は、特定した注視点Ｎ１の位置に基づき、ユーザ５の視線Ｎ０を特定する。コンピュータ２００は、例えば、ユーザ５の右目Ｒと左目Ｌとを結ぶ直線の中点と、注視点Ｎ１とを通る直線の延びる方向を、視線Ｎ０として検出する。視線Ｎ０は、ユーザ５が両目により実際に視線を向けている方向である。視線Ｎ０は、視界領域１５に対してユーザ５が実際に視線を向けている方向に相当する。

【００５８】

別の局面において、ＨＭＤシステム１００は、テレビジョン放送受信チューナを備えてもよい。このような構成によれば、ＨＭＤシステム１００は、仮想空間１１においてテレビ番組を表示することができる。

【００５９】

さらに別の局面において、ＨＭＤシステム１００は、インターネットに接続するための通信回路、あるいは、電話回線に接続するための通話機能を備えていてもよい。

【００６０】

［視界領域］
図６および図７を参照して、視界領域１５について説明する。図６は、仮想空間１１において視界領域１５をＸ方向から見たＹＺ断面を表す図である。図７は、仮想空間１１において視界領域１５をＹ方向から見たＸＺ断面を表す図である。
【００６１】
図６に示されるように、ＹＺ断面における視界領域１５は、領域１８を含む。領域１８は、仮想カメラ１４の位置と基準視線１６と仮想空間１１のＹＺ断面とによって定義される。プロセッサ２１０は、仮想空間における基準視線１６を中心として極角αを含む範囲を、領域１８として規定する。
【００６２】
図７に示されるように、ＸＺ断面における視界領域１５は、領域１９を含む。領域１９は、仮想カメラ１４の位置と基準視線１６と仮想空間１１のＸＺ断面とによって定義される。プロセッサ２１０は、仮想空間１１における基準視線１６を中心とした方位角βを含む範囲を、領域１９として規定する。極角αおよびβは、仮想カメラ１４の位置と仮想カメラ１４の傾き（向き）とに応じて定まる。
【００６３】
ある局面において、ＨＭＤシステム１００は、コンピュータ２００からの信号に基づいて、視界画像１７をモニタ１３０に表示させることにより、ユーザ５に仮想空間１１における視界を提供する。視界画像１７は、パノラマ画像１３のうち視界領域１５に対応する部分に相当する画像である。ユーザ５が、頭部に装着したＨＭＤ１２０を動かすと、その動きに連動して仮想カメラ１４も動く。その結果、仮想空間１１における視界領域１５の位置が変化する。これにより、モニタ１３０に表示される視界画像１７は、パノラマ画像１３のうち、仮想空間１１においてユーザ５が向いた方向の視界領域１５に重畳する画像に更新される。ユーザ５は、仮想空間１１における所望の方向を視認することができる。
【００６４】
このように、仮想カメラ１４の傾きは仮想空間１１におけるユーザ５の視線（基準視線１６）に相当し、仮想カメラ１４が配置される位置は、仮想空間１１におけるユーザ５の視点に相当する。したがって、仮想カメラ１４の位置または傾きを変更することにより、モニタ１３０に表示される画像が更新され、ユーザ５の視界が移動される。
【００６５】
ユーザ５は、ＨＭＤ１２０を装着している間、現実世界を視認することなく、仮想空間１１に展開されるパノラマ画像１３のみを視認できる。そのため、ＨＭＤシステム１００は、仮想空間１１への高い没入感覚をユーザ５に与えることができる。
【００６６】
ある局面において、プロセッサ２１０は、ＨＭＤ１２０を装着したユーザ５の現実空間における移動に連動して、仮想空間１１において仮想カメラ１４を移動し得る。この場合、プロセッサ２１０は、仮想空間１１における仮想カメラ１４の位置および傾きに基づいて、ＨＭＤ１２０のモニタ１３０に投影される画像領域（視界領域１５）を特定する。
【００６７】
ある局面において、仮想カメラ１４は、２つの仮想カメラ、すなわち、右目用の画像を提供するための仮想カメラと、左目用の画像を提供するための仮想カメラとを含み得る。ユーザ５が３次元の仮想空間１１を認識できるように、適切な視差が、２つの仮想カメラに設定される。別の局面において、仮想カメラ１４を１つの仮想カメラにより実現してもよい。この場合、１つの仮想カメラにより得られた画像から、右目用の画像と左目用の画像とを生成するようにしてもよい。本実施の形態においては、仮想カメラ１４が２つの仮想カメラを含み、２つの仮想カメラのロール軸が合成されることによって生成されるロール軸（ｗ）がＨＭＤ１２０のロール軸（ｗ）に適合されるように構成されているものとして、本開示に係る技術思想を例示する。
【００６８】
［コントローラ］

図８を参照して、コントローラ３００の一例について説明する。図８は、ある実施の形態に従うコントローラ３００の概略構成を表す図である。

【００６９】

図８に示されるように、ある局面において、コントローラ３００は、右コントローラ３００Ｒと図示せぬ左コントローラとを含み得る。右コントローラ３００Ｒは、ユーザ５の右手で操作される。左コントローラは、ユーザ５の左手で操作される。ある局面において、右コントローラ３００Ｒと左コントローラとは、別個の装置として対称に構成される。したがって、ユーザ５は、右コントローラ３００Ｒを把持した右手と、左コントローラを把持した左手とをそれぞれ自由に動かすことができる。別の局面において、コントローラ３００は両手の操作を受け付ける一体型のコントローラであってもよい。以下、右コントローラ３００Ｒについて説明する。

【００７０】

右コントローラ３００Ｒは、グリップ３１０と、フレーム３２０と、天面３３０とを備える。グリップ３１０は、ユーザ５の右手によって把持されるように構成されている。たとえば、グリップ３１０は、ユーザ５の右手の掌と３本の指（中指、薬指、小指）とによって保持され得る。

【００７１】

グリップ３１０は、ボタン３４０，３５０と、モーションセンサ４２０とを含む。ボタン３４０は、グリップ３１０の側面に配置され、右手の中指による操作を受け付ける。ボタン３５０は、グリップ３１０の前面に配置され、右手の人差し指による操作を受け付ける。ある局面において、ボタン３４０，３５０は、トリガー式のボタンとして構成される。モーションセンサ４２０は、グリップ３１０の筐体に内蔵されている。ユーザ５の動作がカメラその他の装置によってユーザ５の周りから検出可能である場合には、グリップ３１０は、モーションセンサ４２０を備えなくてもよい。

【００７２】

フレーム３２０は、その円周方向に沿って配置された複数の赤外線ＬＥＤ３６０を含む。赤外線ＬＥＤ３６０は、コントローラ３００を使用するプログラムの実行中に、当該プログラムの進行に合わせて赤外線を発光する。赤外線ＬＥＤ３６０から発せられた赤外線は、右コントローラ３００Ｒと左コントローラとの各位置や姿勢（傾き、向き）を検出するために使用され得る。図８に示される例では、二列に配置された赤外線ＬＥＤ３６０が示されているが、配列の数は図８に示されるものに限られない。一列あるいは３列以上の配列が使用されてもよい。

【００７３】

天面３３０は、ボタン３７０，３８０と、アナログスティック３９０とを備える。ボタン３７０，３８０は、プッシュ式ボタンとして構成される。ボタン３７０，３８０は、ユーザ５の右手の親指による操作を受け付ける。アナログスティック３９０は、ある局面において、初期位置（ニュートラルの位置）から３６０度任意の方向への操作を受け付ける。当該操作は、たとえば、仮想空間１１に配置されるオブジェクトを移動するための操作を含む。

【００７４】

ある局面において、右コントローラ３００Ｒおよび左コントローラは、赤外線ＬＥＤ３６０その他の部材を駆動するための電池を含む。電池は、充電式、ボタン型、乾電池型などを含むが、これらに限定されない。別の局面において、右コントローラ３００Ｒと左コントローラは、たとえば、コンピュータ２００のＵＳＢインターフェースに接続され得る。この場合、右コントローラ３００Ｒおよび左コントローラは、電池を必要としない。

【００７５】

図８の状態（Ａ）および状態（Ｂ）に示されるように、例えば、ユーザ５の右手に対して、ヨー、ロール、ピッチの各方向が規定される。ユーザ５が親指と人差し指とを伸ばした場合に、親指の伸びる方向がヨー方向、人差し指の伸びる方向がロール方向、ヨー方向の軸およびロール方向の軸によって規定される平面に垂直な方向がピッチ方向として規定

される。
【００７６】
［サーバのハードウェア構成］
図９を参照して、本実施の形態に係るサーバ６００について説明する。図９は、ある実施の形態に従うサーバ６００のハードウェア構成の一例を表すブロック図である。サーバ６００は、主たる構成要素として、プロセッサ６１０と、メモリ６２０と、ストレージ６３０と、入出力インターフェイス６４０と、通信インターフェイス６５０とを備える。各構成要素は、それぞれ、バス６６０に接続されている。
【００７７】
プロセッサ６１０は、サーバ６００に与えられる信号に基づいて、あるいは、予め定められた条件が成立したことに基づいて、メモリ６２０またはストレージ６３０に格納されているプログラムに含まれる一連の命令を実行する。ある局面において、プロセッサ６１０は、ＣＰＵ、ＧＰＵ、ＭＰＵ、ＦＰＧＡその他のデバイスとして実現される。
【００７８】
メモリ６２０は、プログラムおよびデータを一時的に保存する。プログラムは、例えば、ストレージ６３０からロードされる。データは、サーバ６００に入力されたデータと、プロセッサ６１０によって生成されたデータとを含む。ある局面において、メモリ６２０は、ＲＡＭその他の揮発メモリとして実現される。
【００７９】
ストレージ６３０は、プログラムおよびデータを永続的に保持する。ストレージ６３０は、例えば、ＲＯＭ、ハードディスク装置、フラッシュメモリ、その他の不揮発記憶装置として実現される。ストレージ６３０に格納されるプログラムは、ＨＭＤシステム１００において仮想空間を提供するためのプログラム、シミュレーションプログラム、ゲームプログラム、ユーザ認証プログラム、コンピュータ２００との通信を実現するためのプログラムを含んでもよい。ストレージ６３０に格納されるデータは、仮想空間を規定するためのデータおよびオブジェクト等を含んでもよい。
【００８０】
別の局面において、ストレージ６３０は、メモリカードのように着脱可能な記憶装置として実現されてもよい。さらに別の局面において、サーバ６００に内蔵されたストレージ６３０の代わりに、外部の記憶装置に保存されているプログラムおよびデータを使用する構成が使用されてもよい。このような構成によれば、例えば、アミューズメント施設のように複数のＨＭＤシステム１００が使用される場面において、プログラムやデータの更新を一括して行なうことが可能になる。
【００８１】
入出力インターフェイス６４０は、入出力機器との間で信号を通信する。ある局面において、入出力インターフェイス６４０は、ＵＳＢ、ＤＶＩ、ＨＤＭＩその他の端子を用いて実現される。入出力インターフェイス６４０は上述のものに限られない。
【００８２】
通信インターフェイス６５０は、ネットワーク２に接続されて、ネットワーク２に接続されているコンピュータ２００と通信する。ある局面において、通信インターフェイス６５０は、例えば、ＬＡＮその他の有線通信インターフェイス、あるいは、ＷｉＦｉ、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ、ＮＦＣその他の無線通信インターフェイスとして実現される。通信インターフェイス６５０は上述のものに限られない。
【００８３】
ある局面において、プロセッサ６１０は、ストレージ６３０にアクセスし、ストレージ６３０に格納されている１つ以上のプログラムをメモリ６２０にロードし、当該プログラムに含まれる一連の命令を実行する。当該１つ以上のプログラムは、サーバ６００のオペレーティングシステム、仮想空間を提供するためのアプリケーションプログラム、仮想空間で実行可能なゲームソフトウェア等を含み得る。プロセッサ６１０は、入出力インターフェイス６４０を介して、仮想空間を提供するための信号をコンピュータ２００に送って

もよい。

【００８４】

［ＨＭＤの制御装置］

図１０を参照して、ＨＭＤ１２０の制御装置について説明する。ある実施の形態において、制御装置は周知の構成を有するコンピュータ２００によって実現される。図１０は、ある実施の形態に従うコンピュータ２００をモジュール構成として表わすブロック図である。

【００８５】

図１０に示されるように、コンピュータ２００は、コントロールモジュール５１０と、レンダリングモジュール５２０と、メモリモジュール５３０と、通信制御モジュール５４０とを備える。ある局面において、コントロールモジュール５１０とレンダリングモジュール５２０とは、プロセッサ２１０によって実現される。別の局面において、複数のプロセッサ２１０がコントロールモジュール５１０とレンダリングモジュール５２０として作動してもよい。メモリモジュール５３０は、メモリ２２０またはストレージ２３０によって実現される。通信制御モジュール５４０は、通信インターフェイス２５０によって実現される。

【００８６】

コントロールモジュール５１０は、ユーザ５に提供される仮想空間１１を制御する。コントロールモジュール５１０は、仮想空間１１を表す仮想空間データを用いて、ＨＭＤシステム１００における仮想空間１１を規定する。仮想空間データは、例えば、メモリモジュール５３０に記憶されている。コントロールモジュール５１０が、仮想空間データを生成したり、サーバ６００などから仮想空間データを取得するようにしたりしてもよい。

【００８７】

コントロールモジュール５１０は、オブジェクトを表すオブジェクトデータを用いて、仮想空間１１にオブジェクトを配置する。オブジェクトデータは、例えば、メモリモジュール５３０に記憶されている。コントロールモジュール５１０が、オブジェクトデータを生成したり、サーバ６００などからオブジェクトデータを取得するようにしたりしてもよい。オブジェクトは、例えば、ユーザ５の分身であるアバターオブジェクト、キャラクタオブジェクト、コントローラ３００によって操作される仮想手などの操作オブジェクト、ゲームのストーリーの進行に従って配置される森、山その他を含む風景、街並み、動物等を含み得る。

【００８８】

コントロールモジュール５１０は、ネットワーク２を介して接続される他のコンピュータ２００のユーザ５のアバターオブジェクトを仮想空間１１に配置する。ある局面において、コントロールモジュール５１０は、ユーザ５のアバターオブジェクトを仮想空間１１に配置する。ある局面において、コントロールモジュール５１０は、ユーザ５を含む画像に基づいて、ユーザ５を模したアバターオブジェクトを仮想空間１１に配置する。別の局面において、コントロールモジュール５１０は、複数種類のアバターオブジェクト（例えば、動物を模したオブジェクトや、デフォルメされた人のオブジェクト）の中からユーザ５による選択を受け付けたアバターオブジェクトを仮想空間１１に配置する。

【００８９】

コントロールモジュール５１０は、ＨＭＤセンサ４１０の出力に基づいてＨＭＤ１２０の傾きを特定する。別の局面において、コントロールモジュール５１０は、モーションセンサとして機能するセンサ１９０の出力に基づいてＨＭＤ１２０の傾きを特定する。コントロールモジュール５１０は、第１カメラ１５０および第２カメラ１６０が生成するユーザ５の顔の画像から、ユーザ５の顔を構成する器官（例えば、口，目，眉）を検出する。コントロールモジュール５１０は、検出した各器官の動き（形状）を検出する。

【００９０】

コントロールモジュール５１０は、注視センサ１４０からの信号に基づいて、ユーザ５の仮想空間１１における視線を検出する。コントロールモジュール５１０は、検出したユ

ーザ５の視線と仮想空間１１の天球とが交わる視点位置（ＸＹＺ座標系における座標値）を検出する。より具体的には、コントロールモジュール５１０は、ｕｖｗ座標系で規定されるユーザ５の視線と、仮想カメラ１４の位置および傾きとに基づいて、視点位置を検出する。コントロールモジュール５１０は、検出した視点位置をサーバ６００に送信する。別の局面において、コントロールモジュール５１０は、ユーザ５の視線を表す視線情報をサーバ６００に送信するように構成されてもよい。係る場合、サーバ６００が受信した視線情報に基づいて視点位置を算出し得る。

【００９１】

コントロールモジュール５１０は、ＨＭＤセンサ４１０が検出するＨＭＤ１２０の動きをアバターオブジェクトに反映する。例えば、コントロールモジュール５１０は、ＨＭＤ１２０が傾いたことを検知して、アバターオブジェクトを傾けて配置する。コントロールモジュール５１０は、検出した顔器官の動作を、仮想空間１１に配置されるアバターオブジェクトの顔に反映させる。コントロールモジュール５１０は、サーバ６００から他のユーザ５の視線情報を受信し、当該他のユーザ５のアバターオブジェクトの視線に反映させる。ある局面において、コントロールモジュール５１０は、コントローラ３００の動きをアバターオブジェクトや操作オブジェクトに反映する。この場合、コントローラ３００は、コントローラ３００の動きを検知するためのモーションセンサ、加速度センサ、または複数の発光素子（例えば、赤外線ＬＥＤ）などを備える。

【００９２】

コントロールモジュール５１０は、仮想空間１１においてユーザ５の操作を受け付けるための操作オブジェクトを仮想空間１１に配置する。ユーザ５は、操作オブジェクトを操作することにより、例えば、仮想空間１１に配置されるオブジェクトを操作する。ある局面において、操作オブジェクトは、例えば、ユーザ５の手に相当する仮想手である手オブジェクト等を含み得る。ある局面において、コントロールモジュール５１０は、モーションセンサ４２０の出力に基づいて現実空間におけるユーザ５の手の動きに連動するように仮想空間１１において手オブジェクトを動かす。ある局面において、操作オブジェクトは、アバターオブジェクトの手の部分に相当し得る。

【００９３】

コントロールモジュール５１０は、仮想空間１１に配置されるオブジェクトのそれぞれが、他のオブジェクトと衝突した場合に、当該衝突を検出する。コントロールモジュール５１０は、例えば、あるオブジェクトのコリジョンエリアと、別のオブジェクトのコリジョンエリアとが触れたタイミングを検出することができ、当該検出がされたときに、予め定められた処理を行なう。コントロールモジュール５１０は、オブジェクトとオブジェクトとが触れている状態から離れたタイミングを検出することができ、当該検出がされたときに、予め定められた処理を行なう。コントロールモジュール５１０は、オブジェクトとオブジェクトとが触れている状態であることを検出することができる。例えば、コントロールモジュール５１０は、操作オブジェクトと、他のオブジェクトとが触れたときに、これら操作オブジェクトと他のオブジェクトとが触れたことを検出して、予め定められた処理を行なう。

【００９４】

ある局面において、コントロールモジュール５１０は、ＨＭＤ１２０のモニタ１３０における画像表示を制御する。例えば、コントロールモジュール５１０は、仮想空間１１に仮想カメラ１４を配置する。コントロールモジュール５１０は、仮想空間１１における仮想カメラ１４の位置と、仮想カメラ１４の傾き（向き）を制御する。コントロールモジュール５１０は、ＨＭＤ１２０を装着したユーザ５の頭部の傾きと、仮想カメラ１４の位置に応じて、視界領域１５を規定する。レンダリングモジュール５２０は、決定された視界領域１５に基づいて、モニタ１３０に表示される視界画像１７を生成する。レンダリングモジュール５２０により生成された視界画像１７は、通信制御モジュール５４０によってＨＭＤ１２０に出力される。

【００９５】

コントロールモジュール５１０は、ＨＭＤ１２０から、ユーザ５のマイク１７０を用いた発話を検出すると、当該発話に対応する音声データの送信対象のコンピュータ２００を特定する。音声データは、コントロールモジュール５１０によって特定されたコンピュータ２００に送信される。コントロールモジュール５１０は、ネットワーク２を介して他のユーザのコンピュータ２００から音声データを受信すると、当該音声データに対応する音声（発話）をスピーカ１８０から出力する。

【００９６】

メモリモジュール５３０は、コンピュータ２００が仮想空間１１をユーザ５に提供するために使用されるデータを保持している。ある局面において、メモリモジュール５４０は、空間情報と、オブジェクト情報と、ユーザ情報とを保持している。

【００９７】

空間情報は、仮想空間１１を提供するために規定された１つ以上のテンプレートを保持している。

【００９８】

オブジェクト情報は、仮想空間１１を構成する複数のパノラマ画像１３、仮想空間１１にオブジェクトを配置するためのオブジェクトデータを含む。パノラマ画像１３は、静止画像および動画像を含み得る。パノラマ画像１３は、非現実空間の画像と現実空間の画像とを含み得る。非現実空間の画像としては、例えば、コンピュータグラフィックスで生成された画像が挙げられる。

【００９９】

ユーザ情報は、ユーザ５を識別するユーザＩＤを保持する。ユーザＩＤは、例えば、ユーザが使用するコンピュータ２００に設定されるＩＰ（Internet Protocol）アドレスまたはＭＡＣ（Media Access Control）アドレスであり得る。別の局面において、ユーザＩＤはユーザによって設定され得る。ユーザ情報は、ＨＭＤシステム１００の制御装置としてコンピュータ２００を機能させるためのプログラム等を含む。

【０１００】

メモリモジュール５３０に格納されているデータおよびプログラムは、ＨＭＤ１２０のユーザ５によって入力される。あるいは、プロセッサ２１０が、当該コンテンツを提供する事業者が運営するコンピュータ（例えば、サーバ６００）からプログラムあるいはデータをダウンロードして、ダウンロードされたプログラムあるいはデータをメモリモジュール５３０に格納する。

【０１０１】

通信制御モジュール５４０は、ネットワーク２を介して、サーバ６００その他の情報通信装置と通信し得る。

【０１０２】

ある局面において、コントロールモジュール５１０及びレンダリングモジュール５２０は、例えば、ユニティテクノロジーズ社によって提供されるＵｎｉｔｙ（登録商標）を用いて実現され得る。別の局面において、コントロールモジュール５１０及びレンダリングモジュール５２０は、各処理を実現する回路素子の組み合わせとしても実現され得る。

【０１０３】

コンピュータ２００における処理は、ハードウェアと、プロセッサ４１０により実行されるソフトウェアとによって実現される。このようなソフトウェアは、ハードディスクその他のメモリモジュール５３０に予め格納されている場合がある。ソフトウェアは、ＣＤ－ＲＯＭその他のコンピュータ読み取り可能な不揮発性のデータ記録媒体に格納されて、プログラム製品として流通している場合もある。あるいは、当該ソフトウェアは、インターネットその他のネットワークに接続されている情報提供事業者によってダウンロード可能なプログラム製品として提供される場合もある。このようなソフトウェアは、光ディスク駆動装置その他のデータ読取装置によってデータ記録媒体から読み取られて、あるいは、通信制御モジュール５４０を介してサーバ６００その他のコンピュータからダウンロードされた後、記憶モジュールに一旦格納される。そのソフトウェアは、プロセッサ２１０

によって記憶モジュールから読み出され、実行可能なプログラムの形式でＲＡＭに格納される。プロセッサ２１０は、そのプログラムを実行する。

【０１０４】

［ＨＭＤシステムの制御構造］

図１１を参照して、ＨＭＤセット１１０の制御構造について説明する。図１１は、ある実施の形態に従うＨＭＤセット１１０において実行される処理の一部を表すシーケンスチャートである。

【０１０５】

図１１に示されるように、ステップＳ１１１０にて、コンピュータ２００のプロセッサ２１０は、コントロールモジュール５１０として、仮想空間データを特定し、仮想空間１１を定義する。

【０１０６】

ステップＳ１１２０にて、プロセッサ２１０は、仮想カメラ１４を初期化する。たとえば、プロセッサ２１０は、メモリのワーク領域において、仮想カメラ１４を仮想空間１１において予め規定された中心点１２に配置し、仮想カメラ１４の視線をユーザ５が向いている方向に向ける。

【０１０７】

ステップＳ１１３０にて、プロセッサ２１０は、レンダリングモジュール５２０として、初期の視界画像を表示するための視界画像データを生成する。生成された視界画像データは、通信制御モジュール５４０によってＨＭＤ１２０に出力される。

【０１０８】

ステップＳ１１３２にて、ＨＭＤ１２０のモニタ１３０は、コンピュータ２００から受信した視界画像データに基づいて、視界画像を表示する。ＨＭＤ１２０を装着したユーザ５は、視界画像を視認すると仮想空間１１を認識し得る。

【０１０９】

ステップＳ１１３４にて、ＨＭＤセンサ４１０は、ＨＭＤ１２０から発信される複数の赤外線光に基づいて、ＨＭＤ１２０の位置と傾きを検知する。検知結果は、動き検知データとして、コンピュータ２００に出力される。

【０１１０】

ステップＳ１１４０にて、プロセッサ２１０は、ＨＭＤ１２０の動き検知データに含まれる位置と傾きとに基づいて、ＨＭＤ１２０を装着したユーザ５の視界方向を特定する。

【０１１１】

ステップＳ１１５０にて、プロセッサ２１０は、アプリケーションプログラムを実行し、アプリケーションプログラムに含まれる命令に基づいて、仮想空間１１にオブジェクトを配置する。

【０１１２】

ステップＳ１１６０にて、コントローラ３００は、モーションセンサ４２０から出力される信号に基づいて、ユーザ５の操作を検出し、その検出された操作を表す検出データをコンピュータ２００に出力する。別の局面において、ユーザ５によるコントローラ３００の操作は、ユーザ５の周囲に配置されたカメラからの画像に基づいて検出されてもよい。

【０１１３】

ステップＳ１１７０にて、プロセッサ２１０は、コントローラ３００から取得した検出データに基づいて、ユーザ５によるコントローラ３００の操作を検出する。

【０１１４】

ステップＳ１１８０にて、プロセッサ２１０は、ユーザ５によるコントローラ３００の操作に基づく視界画像データを生成する。生成された視界画像データは、通信制御モジュール５４０によってＨＭＤ１２０に出力される。

【０１１５】

ステップＳ１１９０にて、ＨＭＤ１２０は、受信した視界画像データに基づいて視界画像を更新し、更新後の視界画像をモニタ１３０に表示する。

【０１１６】
［アバターオブジェクト］
図１２（Ａ）、（Ｂ）を参照して、本実施の形態に従うアバターオブジェクトについて説明する。以下、ＨＭＤセット１１０Ａ，１１０Ｂの各ユーザ５のアバターオブジェクトを説明する図である。以下、ＨＭＤセット１１０Ａのユーザをユーザ５Ａ、ＨＭＤセット１１０Ｂのユーザをユーザ５Ｂ、ＨＭＤセット１１０Ｃのユーザをユーザ５Ｃ、ＨＭＤセット１１０Ｄのユーザをユーザ５Ｄと表す。ＨＭＤセット１１０Ａに関する各構成要素の参照符号にＡが付され、ＨＭＤセット１１０Ｂに関する各構成要素の参照符号にＢが付され、ＨＭＤセット１１０Ｃに関する各構成要素の参照符号にＣが付され、ＨＭＤセット１１０Ｄに関する各構成要素の参照符号にＤが付される。例えば、ＨＭＤ１２０Ａは、ＨＭＤセット１１０Ａに含まれる。
【０１１７】
図１２（Ａ）は、ネットワーク２において、各ＨＭＤ１２０がユーザ５に仮想空間１１を提供する状況を表す模式図である。コンピュータ２００Ａ～２００Ｄは、ＨＭＤ１２０Ａ～１２０Ｄを介して、ユーザ５Ａ～５Ｄに、仮想空間１１Ａ～１１Ｄをそれぞれ提供する。図１２（Ａ）に示される例において、仮想空間１１Ａおよび仮想空間１１Ｂは同じデータによって構成されている。換言すれば、コンピュータ２００Ａとコンピュータ２００Ｂとは同じ仮想空間を共有していることになる。仮想空間１１Ａおよび仮想空間１１Ｂには、ユーザ５Ａのアバターオブジェクト６Ａと、ユーザ５Ｂのアバターオブジェクト６Ｂとが存在する。仮想空間１１Ａにおけるアバターオブジェクト６Ａおよび仮想空間１１Ｂにおけるアバターオブジェクト６ＢがそれぞれＨＭＤ１２０を装着しているが、これは説明を分かりやすくするためのものであって、実際にはこれらのオブジェクトはＨＭＤ１２０を装着していない。
【０１１８】
ある局面において、プロセッサ２１０Ａは、ユーザ５Ａの視界画像１７Ａを撮影する仮想カメラ１４Ａを、アバターオブジェクト６Ａの目の位置に配置し得る。
【０１１９】
図１２（Ｂ）は、図１２（Ａ）におけるユーザ５Ａの視界画像１７Ａを示す図である。視界画像１７Ａは、ＨＭＤ１２０Ａのモニタ１３０Ａに表示される画像である。この視界画像１７Ａは、仮想カメラ１４Ａにより生成された画像である。視界画像１７Ａには、ユーザ５Ｂのアバターオブジェクト６Ｂが表示されている。特に図示はしていないが、ユーザ５Ｂの視界画像にも同様に、ユーザ５Ａのアバターオブジェクト６Ａが表示されている。
【０１２０】
図１２（Ｂ）の状態において、ユーザ５Ａは仮想空間１１Ａを介してユーザ５Ｂと対話による通信（コミュニケーション）を図ることができる。より具体的には、マイク１７０Ａにより取得されたユーザ５Ａの音声は、サーバ６００を介してユーザ５ＢのＨＭＤ１７１２０Ｂに送信され、ＨＭＤ１２０Ｂに設けられたスピーカ１８０Ｂから出力される。ユーザ５Ｂの音声は、サーバ６００を介してユーザ５ＡのＨＭＤ１２０Ａに送信され、ＨＭＤ１２０Ａに設けられたスピーカ１８０Ａから出力される。
【０１２１】
ユーザ５Ｂの動作（ＨＭＤ１２０Ｂの動作およびコントローラ３００Ｂの動作）は、プロセッサ２１０Ａにより仮想空間１１Ａに配置されるアバターオブジェクト６Ｂに反映される。これにより、ユーザ５Ａは、ユーザ５Ｂの動作を、アバターオブジェクト６Ｂを通じて認識できる。
【０１２２】
図１３は、本実施の形態に従うＨＭＤシステム１００において実行される処理の一部を表すシーケンスチャートである。図１３においては、ＨＭＤセット１１０Ｄを図示していないが、ＨＭＤセット１１０Ｄについても、ＨＭＤセット１１０Ａ、１１０Ｂ、１１０Ｃと同様に動作する。以下の説明でも、ＨＭＤセット１１０Ａに関する各構成要素の参照符

号にＡが付され、ＨＭＤセット１１０Ｂに関する各構成要素の参照符号にＢが付され、ＨＭＤセット１１０Ｃに関する各構成要素の参照符号にＣが付され、ＨＭＤセット１１０Ｄに関する各構成要素の参照符号にＤが付されるものとする。

【０１２３】

ステップＳ１３１０Ａにおいて、ＨＭＤセット１１０Ａにおけるプロセッサ２１０Ａは、仮想空間１１Ａにおけるアバターオブジェクト６Ａの動作を決定するためのアバター情報を取得する。このアバター情報は、例えば、動き情報、フェイストラッキングデータ、および音声データ等のアバターに関する情報を含む。動き情報は、ＨＭＤ１２０Ａの位置および傾きの時間的変化を示す情報や、モーションセンサ４２０Ａ等により検出されたユーザ５Ａの手の動きを示す情報などを含む。フェイストラッキングデータは、ユーザ５Ａの顔の各パーツの位置および大きさを特定するデータが挙げられる。フェイストラッキングデータは、ユーザ５Ａの顔を構成する各器官の動きを示すデータや視線データが挙げられる。音声データは、ＨＭＤ１２０Ａのマイク１７０Ａによって取得されたユーザ５Ａの音声を示すデータが挙げられる。アバター情報には、アバターオブジェクト６Ａ、あるいはアバターオブジェクト６Ａに関連付けられるユーザ５Ａを特定する情報や、アバターオブジェクト６Ａが存在する仮想空間１１Ａを特定する情報等が含まれてもよい。アバターオブジェクト６Ａやユーザ５Ａを特定する情報としては、ユーザＩＤが挙げられる。アバターオブジェクト６Ａが存在する仮想空間１１Ａを特定する情報としては、ルームＩＤが挙げられる。プロセッサ２１０Ａは、上述のように取得されたアバター情報を、ネットワーク２を介してサーバ６００に送信する。

【０１２４】

ステップＳ１３１０Ｂにおいて、ＨＭＤセット１１０Ｂにおけるプロセッサ２１０Ｂは、ステップＳ１３１０Ａにおける処理と同様に、仮想空間１１Ｂにおけるアバターオブジェクト６Ｂの動作を決定するためのアバター情報を取得し、サーバ６００に送信する。同様に、ステップＳ１３１０Ｃにおいて、ＨＭＤセット１１０Ｃにおけるプロセッサ２１０Ｃは、仮想空間１１Ｃにおけるアバターオブジェクト６Ｃの動作を決定するためのアバター情報を取得し、サーバ６００に送信する。

【０１２５】

ステップＳ１３２０において、サーバ６００は、ＨＭＤセット１１０Ａ、ＨＭＤセット１１０Ｂ、およびＨＭＤセット１１０Ｃのそれぞれから受信したプレイヤ情報を一旦記憶する。サーバ６００は、各アバター情報に含まれるユーザＩＤおよびルームＩＤ等に基づいて、共通の仮想空間１１に関連付けられた全ユーザ（この例では、ユーザ５Ａ～５Ｃ）のアバター情報を統合する。そして、サーバ６００は、予め定められたタイミングで、統合したアバター情報を当該仮想空間１１に関連付けられた全ユーザに送信する。これにより、同期処理が実行される。このような同期処理により、ＨＭＤセット１１０Ａ、ＨＭＤセット１１０Ｂ、およびＨＭＤ１１０Ｃは、互いのアバター情報をほぼ同じタイミングで共有することができる。

【０１２６】

続いて、サーバ６００から各ＨＭＤセット１１０Ａ～１１０Ｃに送信されたアバター情報に基づいて、各ＨＭＤセット１１０Ａ～１１０Ｃは、ステップＳ１３３０Ａ～Ｓ１３３０Ｃの処理を実行する。ステップＳ１３３０Ａの処理は、図１１におけるステップＳ１１８０の処理に相当する。

【０１２７】

ステップＳ１３３０Ａにおいて、ＨＭＤセット１１０Ａにおけるプロセッサ２１０Ａは、仮想空間１１Ａにおける他のユーザ５Ｂ，５Ｃのアバターオブジェクト６Ｂ、アバターオブジェクト６Ｃの情報を更新する。具体的には、プロセッサ２１０Ａは、ＨＭＤセット１１０Ｂから送信されたアバター情報に含まれる動き情報に基づいて、仮想空間１１におけるアバターオブジェクト６Ｂの位置および向き等を更新する。例えば、プロセッサ２１０Ａは、メモリモジュール５４０に格納されたオブジェクト情報に含まれるアバターオブジェクト６Ｂの情報（位置および向き等）を更新する。同様に、プロセッサ２１０Ａは、

ＨＭＤセット１１０Ｃから送信されたアバター情報に含まれる動き情報に基づいて、仮想空間１１におけるアバターオブジェクト６Ｃの情報（位置および向き等）を更新する。

【０１２８】

ステップＳ１３３０Ｂにおいて、ＨＭＤセット１１０Ｂにおけるプロセッサ２１０Ｂは、ステップＳ１３３０Ａにおける処理と同様に、仮想空間１１Ｂにおけるユーザ５Ａ，５Ｃのアバターオブジェクト６Ａ，６Ｃの情報を更新する。同様に、ステップＳ１３３０Ｃにおいて、ＨＭＤセット１１０Ｃにおけるプロセッサ２１０Ｃは、仮想空間１１Ｃにおけるユーザ５Ａ，５Ｂのアバターオブジェクト６Ａ，６Ｂの情報を更新する。

【０１２９】

［モジュールの詳細構成］

図１４を参照して、コンピュータ２００のモジュール構成の詳細について説明する。図１４は、ある実施の形態に従うコンピュータ２００のモジュールの詳細構成を表わすブロック図である。

【０１３０】

図１４に示されるように、コントロールモジュール５１０は、仮想オブジェクト生成モジュール１４２１、仮想カメラ制御モジュール１４２２、操作オブジェクト制御モジュール１４２３、移動オブジェクト制御モジュール１４２４、衝突検出モジュール１４２５、および機能制限モジュール１４２６を備えている。

【０１３１】

仮想オブジェクト生成モジュール１４２１は、各種の仮想オブジェクトを仮想空間１１に生成する。ある局面において、仮想オブジェクトは、例えば、ゲームのストーリーの進行に従って配置される森、山その他を含む風景、動物等を含み得る。ある局面において、仮想オブジェクトは、仮想カメラ１４および操作オブジェクトを含み得る。

【０１３２】

仮想カメラ制御モジュール１４２２は、仮想空間１１における仮想カメラ１４の挙動を制御する。仮想カメラ制御モジュール１４２２は、例えば、仮想空間１１における仮想カメラ１４の配置位置と、仮想カメラ１４の向き（傾き）とを制御する。

【０１３３】

操作オブジェクト制御モジュール１４２３は、仮想空間１１においてユーザ５の操作を受け付けるための操作オブジェクトを制御する。ユーザ５は、操作オブジェクトを操作することによって、例えば、仮想空間１１に配置される仮想オブジェクトを操作する。ある局面において、操作オブジェクトは、例えば、ＨＭＤ１２０を装着したユーザ５の手に相当する手オブジェクト（仮想手）等を含み得る。ある局面において、操作オブジェクトは、後述するアバターオブジェクトの手の部分に相当し得る。

【０１３４】

移動オブジェクト制御モジュール１４２４は、仮想空間１１において移動可能な移動オブジェクトを制御する。移動オブジェクト制御モジュール１４２４は、移動オブジェクトと、ユーザ５の身体の一部の動きに連動する仮想オブジェクトとの位置関係に基づいた態様で、移動オブジェクトを移動させる。ユーザ５の身体の一部がユーザ５の頭部である場合、ユーザ５の頭部の動きに連動する仮想オブジェクトは、例えば仮想カメラ１４である。ユーザ５の身体の一部が手である場合、ユーザ５の手の動きに連動する仮想オブジェクトは、例えば操作オブジェクトである。

【０１３５】

衝突検出モジュール１４２５は、仮想空間１１に配置される仮想オブジェクトのそれぞれが、他の仮想オブジェクトと衝突した場合に、当該衝突を検出する。衝突検出モジュール１４２５は、例えば、ある仮想オブジェクトと、別の仮想オブジェクトとが触れたタイミングを検出することができる。衝突検出モジュール１４２５は、ある仮想オブジェクトと他の仮想オブジェクトとが触れている状態から離れたタイミングを検出することができる。衝突検出モジュール１４２５は、ある仮想オブジェクトと他の仮想オブジェクトとが触れている状態であることを検出することもできる。衝突検出モジュール１４２５は、例

えば、操作オブジェクトと、他の仮想オブジェクトとが触れたときに、これら操作オブジェクトと他のオブジェクトとが触れたことを検出する。コントロールモジュール５１０は、これらの検出結果に基づいて、予め定められた処理を実行する。

【０１３６】

図１５は、ある実施の形態に従う仮想空間１１および視界画像１５１７を示す図である。図１５（Ａ）では、ユーザ５に仮想体験を提供するための仮想空間１１に、アバターオブジェクト６、仮想カメラ１４（第１オブジェクト）、固定オブジェクト１５３１、固定オブジェクト１５３２、および移動オブジェクト１５３３（第２オブジェクト）が配置される。アバターオブジェクト６は、仮想右手１５２１Ｒ（第１オブジェクト）および仮想左手１５２１Ｌ（第１オブジェクト）を含む。仮想右手１５２１Ｒは操作オブジェクトの一種であり、ユーザ５の右手の動きに応じて仮想空間１１において動くことができる。仮想左手１５２１Ｌは操作オブジェクトの一種であり、ユーザ５の左手の動きに応じて仮想空間１１において動くことができる。固定オブジェクト１５３１および１５３２は仮想オブジェクトの一種であり、仮想空間１１における規定の位置に固定される。移動オブジェクト１５３３は仮想オブジェクトの一種であり、移動オブジェクト制御モジュール１４２４による制御に応じて仮想空間１１において移動することができる。

【０１３７】

図１５（Ａ）に示す仮想空間１１は、コンピュータ２００においてゲームコンテンツが再生されることによって、構築される。このゲームコンテンツに対応するゲームは、例えば、図示しない敵キャラクタとアバターオブジェクト６が戦闘することによって、進行する。移動オブジェクト１５３３は、ゲーム中にアバターオブジェクト６を攻撃するための武器オブジェクトの一種である。移動オブジェクト１５３３は、例えば、ミサイルまたは矢などのように、敵キャラクタから放たれることによって敵キャラクタと離れた状態でアバターオブジェクト６に向かって移動する。移動オブジェクト１５３３は、例えば、敵キャラクタの身体の一部（手、足、または牙など）または当該身体の一部によって把持される武器オブジェクト（剣、槍など）であり、敵キャラクタの動作によって敵キャラクタと一体化した状態でアバターオブジェクト６に向かって移動する。

【０１３８】

コントロールモジュール５１０は、アバターオブジェクト６に体力パラメータを設定する。移動オブジェクト１５３３が仮想カメラ１４（第２オブジェクト）またはアバターオブジェクト６に衝突すると、アバターオブジェクト６はダメージを受け、体力パラメータが減少する。体力パラメータの値が例えばゼロになると、ゲームオーバーになる。ユーザ５は、仮想空間１１において提供されるゲームをプレイする際、移動オブジェクト１５３３によるアバターオブジェクト６への攻撃を回避するように、現実空間において自ら動いたり、あるいはコントローラ３００を操作したりする必要がある。

【０１３９】

図１５（Ａ）において、仮想カメラ１４は、アバターオブジェクト６の頭部に配置される。仮想カメラ１４は、仮想カメラ１４の位置および向きに応じた視界領域１５を規定する。視界領域１５内に、固定オブジェクト１５３１、固定オブジェクト１５３２、および移動オブジェクト１５３３が配置される。仮想カメラ１４は、視界領域１５に対応する視界画像１５１７を生成して、図１５（Ｂ）に示すようにＨＭＤ１２０に表示させる。視界画像１５１７は、視界領域１５内に配置される固定オブジェクト１５３１、固定オブジェクト１５３２、および移動オブジェクト１５３３をいずれも含む。ユーザ５は、視界画像１５１７を視認することによって、アバターオブジェクト６の視点で仮想空間の一部を視認する。これにより、ユーザ５は、あたかもユーザ５自身がアバターオブジェクト６であるかのような仮想体験を、得ることができる。

【０１４０】

図１６は、ある実施の形態に従うＨＭＤセットにおいて実行される処理の一部を表すシーケンスチャートである。本実施形態では、移動オブジェクト１５３３の移動制御に関する処理がＨＭＤセット１００Ａにより実行されるものとして説明する。ただし、当該処理

は、他のＨＭＤセット１００Ｂ，１００Ｃにより実行されてもよいし、当該処理の一部または全部がサーバ６００によって実行されてもよい。

【０１４１】

ステップＳ１６０１において、コンピュータ２００のプロセッサ２１０（以下単に「プロセッサ２１０」）は、仮想空間１１を定義する。当該処理は、図１１のステップＳ１１１０の処理に相当する。具体的には、プロセッサ２１０は、仮想空間データを特定することによって、仮想空間データによって表される仮想空間１１を定義する。

【０１４２】

ステップＳ１６０２において、プロセッサ２１０は、仮想オブジェクト生成モジュール１４２１として、仮想カメラ１４を仮想空間１１に生成する。ステップＳ１６０３において、プロセッサ２１０は、仮想オブジェクト生成モジュール１４２１として、仮想右手１５２１Ｒおよび仮想左手１５２１Ｌを含むアバターオブジェクト６を、仮想空間１１に生成する。ステップＳ１６０４において、プロセッサ２１０は、仮想オブジェクト生成モジュール１４２１として、移動オブジェクト１５３３を仮想空間１１に生成する。ステップＳ１６０５において、プロセッサ２１０は、仮想カメラ制御モジュール１４２２として、ＨＭＤ１２０の動きに応じて仮想空間１１における仮想カメラ１４の位置および傾きを決定する。より詳細には、プロセッサ２１０は、ユーザ５の頭部の姿勢と、仮想空間１１における仮想カメラ１４の位置とに応じて、仮想空間１１における仮想カメラ１４からの視界である視界領域１５を制御する。当該処理は、図１１のステップＳ１１４０の処理の一部に相当する。

【０１４３】

ステップＳ１６０６において、プロセッサ２１０は、視界画像１５１７をモニタ１３０に出力する。具体的には、プロセッサ２１０は、ＨＭＤ１２０の動き（すなわち仮想カメラ１４の位置および傾き）と、仮想空間１１を定義する仮想空間データと、に基づいて、視界領域１５に対応する視界画像１５１７を定義する。視界画像１５１７を定義することは、視界画像１５１７を生成することと同義である。プロセッサ２１０は、さらに、ＨＭＤ１２０のモニタ１３０に視界画像１５１７を出力することによって、視界画像１５１７をＨＭＤ１２０に表示させる。当該処理は、図１１のステップＳ１１８０およびＳ１１９９０の処理に相当する。

【０１４４】

上述したステップＳ１６０５およびＳ１６０６の処理（すなわち、ＨＭＤ１２０の動きに応じた視界画像１５１７の更新）は、後述するステップＳ１６０７～Ｓ１６１０が実行される間にも、継続して繰り返し実行される。

【０１４５】

ステップＳ１６０７において、プロセッサ２１０は、仮想カメラ制御モジュール１４２２として、ユーザ５の頭部の動きに応じて、仮想カメラ１４を仮想空間１１において動かす。詳細には、プロセッサ２１０は、ユーザ５の頭部に装着されるＨＭＤ１２０の出力に基づいて、ＨＭＤ１２０に連動して仮想カメラ１４を動かす。

【０１４６】

ステップＳ１６０８において、プロセッサ２１０は、移動オブジェクト制御モジュール１４２４として、仮想カメラ１４と移動オブジェクト１５３３とが第１位置関係にあるか否かを判定する。仮想空間１１において移動オブジェクト１５３３と仮想カメラ１４とが第１位置関係にあることは、例えば、仮想空間１１における移動オブジェクト１５３３と仮想カメラ１４との距離が第１距離を下回ることである。第１位置関係にない場合（ステップＳ１６０８においてＮＯ）、ステップＳ１６０９において、プロセッサ２１０は、仮想カメラ１４の位置変化に追随するように移動オブジェクト１５３３を移動させる。第１位置関係にある場合（ステップＳ１６０８においてＹＥＳ）、ステップＳ１６１０において、プロセッサ２１０は、仮想カメラ１４の位置変化に追随させずに移動オブジェクト１５３３を移動させる。

【０１４７】

図１７は、ある実施の形態に従う仮想空間１１および視界画像１７１７を示す図である。図１７（Ａ）に示す仮想空間１１において、移動オブジェクト１５３３は、アバターオブジェクト６から離れた位置に配置される。移動オブジェクト１５３３には、仮想カメラ１４を標的として仮想空間１１内を移動することが設定されている。仮想カメラ１４と移動オブジェクト１５３３とは、第１位置関係にない。したがってプロセッサ２１０は、仮想空間１１において、移動オブジェクト１５３３の位置から仮想カメラ１４の位置に向かう移動方向１７４１に沿って、移動オブジェクト１５３３を移動させる。プロセッサ２１０は、図１７（Ａ）に示すように、ユーザ５の頭部の動きに応じて、仮想空間１１において仮想カメラ１４を、仮想空間１１の天頂から底面に向かう移動方向１７４２に沿って、仮想空間１１の底面に向かって動かす。これにより、仮想カメラ１４の位置は、仮想空間１１においてより下に向かうように変化する。仮想カメラ１４の位置変化に応じて、仮想空間１１における視界領域１５の位置も変化する。

【０１４８】

プロセッサ２１０は、図１７（Ａ）に示す仮想空間１１に対応する視界画像１７１７を、図１７（Ｂ）に示すようにモニタ１３０に表示する。仮想空間１１における仮想カメラ１４の位置は、仮想空間１１におけるアバターオブジェクト６の顔の位置に相当し、さらには、現実空間におけるユーザ５の顔の位置にも相当する。ユーザ５は、視界画像１７１７を視認することによって、移動オブジェクト１５３３が自身の目に向かって近づいてくることを認識する。これにより、仮想空間１１におけるユーザ５の恐怖体験をより高めることができる。

【０１４９】

図１８は、ある実施の形態に従う仮想空間１１および視界画像１８１７を示す図である。移動オブジェクト１５３３は、図１８（Ａ）に示すように、仮想カメラ１４に対してより近い位置まで移動する。仮想カメラ１４が移動方向１７４２に沿って移動した結果、仮想カメラ１４の位置が、図１７（Ａ）の位置よりも下に変化している。図１８（Ａ）では、仮想カメラ１４と移動オブジェクト１５３３とは未だ第１位置関係にない。これにより、プロセッサ２１０は、図１８（Ａ）に示すように、移動後の移動オブジェクト１５３３の位置から移動後の仮想カメラ１４の位置に向かう移動方向１８４１に沿って、移動オブジェクト１５３３をさらに移動させる。言い換えれば、仮想カメラ１４の位置変化に追随するように移動オブジェクト１５３３を移動させる。プロセッサ２１０は、図１８（Ａ）に示す仮想空間１１に対応する視界画像１８１７を、図１８（Ｂ）に示すようにモニタ１３０に表示する。ユーザ５は、視界画像１８１７を視認することによって、ユーザ５の頭部を動かしたとしても移動オブジェクト１５３３がユーザ５の目を狙ってさらに近づいてくることを、認識する。

【０１５０】

この後、プロセッサ２１０は、ユーザ５の頭部の動きに応じて、仮想空間１１の天頂から底面に向かう移動方向１８４２に沿って、仮想空間１１の底面に向かって仮想カメラ１４をさらに動かす。これにより、仮想カメラ１４の位置は、より仮想空間１１の下方向に向かって変化する。仮想カメラ１４の位置変化に応じて、仮想空間１１における視界領域１５の位置もさらに変化する。プロセッサ２１０は、さらに、仮想カメラ１４と移動オブジェクト１５３３とが第１位置関係になるまで、仮想カメラ１４の位置変化に追随するように移動オブジェクト１５３３を移動させる。言い換えると、プロセッサ２１０は、仮想カメラ１４と移動オブジェクト１５３３とが第１位置関係になるまで、移動オブジェクト１５３３が常に仮想カメラ１４に向かって移動するように、仮想カメラ１４の位置変化に応じて移動オブジェクト１５３３の移動方向を制御する。

【０１５１】

プロセッサ２１０は、仮想カメラ１４と移動オブジェクト１５３３との距離が第１距離以下になったことを検出し、この検出結果に応じて、仮想カメラ１４と移動オブジェクト１５３３とが第１位置関係になったことを検出する。プロセッサ２１０は、仮想カメラ１４と移動オブジェクト１５３３とが第１位置関係になった場合、移動オブジェクト１５３

３に対する仮想カメラ１４の追尾設定を取り消す。プロセッサ２１０は、さらに、仮想カメラ１４と移動オブジェクト１５３３とが第１位置関係になった時点での移動オブジェクト１５３３の移動態様（移動速度および移動方向など）に応じた慣性を、移動オブジェクト１５３３に設定する。プロセッサ２１０は、さらに、仮想カメラ１４と移動オブジェクト１５３３とが第１位置関係になった後、仮想空間１１において移動オブジェクト１５３３に設定される慣性に応じて、移動オブジェクト１５３３をさらに移動させる。これにより、追尾目標を失った仮想カメラ１４を仮想空間１１内で自然な態様で移動させることができる。

【０１５２】

図１９は、ある実施の形態に従う仮想空間１１および視界画像１９１７を示す図である。図１９（Ａ）では、仮想カメラ１４が移動方向１８４２に沿って移動した結果、仮想カメラ１４の位置が、図１８（Ａ）の位置よりも下に変化している。プロセッサ２１０は、仮想カメラ１４と移動オブジェクト１５３３とが第１位置関係になった後、図１９（Ａ）に示すように、移動オブジェクト１５３３に設定される慣性に応じた移動方向１９４１に沿って、移動オブジェクト１５３３をさらに移動させる。仮想カメラ１４の位置は、移動オブジェクト１５３３の移動方向１９４１に重畳していない。プロセッサ２１０は、仮想カメラ１４の上を通り過ぎるように移動オブジェクト１５３３を移動させる。言い換えれば、プロセッサ２１０は、仮想カメラ１４と移動オブジェクト１５３３とが第１位置関係になった後、仮想カメラ１４の位置変化に追随させずに移動オブジェクト１５３３を移動させる。これにより、移動オブジェクト１５３３が常に仮想カメラ１４に向かって移動することによって、ユーザ５が移動オブジェクト１５３３の衝突を避けることが決してできなくなることが、防止される。

【０１５３】

図１９（Ａ）では、仮想カメラ１４は、移動オブジェクト１５３３の移動方向１９４１に重畳していない。したがって、移動オブジェクト１５３３が移動方向１９４１に沿ってどれだけ移動したとしても、移動オブジェクト１５３３は仮想カメラ１４に衝突しない。言い換えれば、ユーザ５は、移動オブジェクト１５３３を仮想カメラ１４に十分に引き付けてからユーザ５の頭部を巧みに動かすことによって、仮想カメラ１４に対する移動オブジェクト１５３３の衝突を回避することができる。このように、ＨＭＤシステム１００は、仮想空間１１に対するユーザ５の没入感をより高めることができる。

【０１５４】

プロセッサ２１０は、図１９（Ａ）に示す仮想空間１１に対応する視界画像１９１７を、図１９（Ｂ）に示すようにモニタ１３０に表示する。図１９（Ａ）に示す仮想空間１１において、移動オブジェクト１５３３は視界領域１５の外部に配置されるので、視界領域１５に対応する視界画像１９１７には移動オブジェクト１５３３が含まれない。ユーザ５は、視界画像１９１７を視認することによって、移動オブジェクト１５３３が一定距離までユーザ５の目に近づいた後にユーザ５が頭部を動かした結果、移動オブジェクト１５３３がアバターオブジェクト６に衝突せずにユーザ５の頭部の上側を通り過ぎたことを、認識する。言い換えると、ユーザ５は、移動オブジェクト１５３３の衝突を回避できたことを認識する。

【０１５５】

プロセッサ２１０は、移動オブジェクト１５３３が視界領域１５内に配置される場合に限り、移動オブジェクト１５３３と仮想カメラ１４とが第１位置関係になるまで、仮想カメラ１４の位置変化に追従するように移動オブジェクト１５３３を移動させてもよい。言い換えれば、プロセッサ２１０は、移動オブジェクト１５３３が視界領域１５外に配置される場合、移動オブジェクト１５３３と仮想カメラ１４とが第１位置関係にあるか否かに関わらず、仮想カメラ１４の位置変化に追随しないように移動オブジェクト１５３３を移動させる。これにより、ゲームの興趣性をより高めることができる。

【０１５６】

図２０は、ある実施の形態に従う仮想空間１１、視界画像２０１７Ｒ、および視界画像

２０１７Ｌを表す図である。図２０（Ａ）では、移動オブジェクト１５３３および仮想カメラ１４が仮想空間１１に配置される。仮想空間１１において、移動オブジェクト１５３３は、仮想カメラ１４から離れた位置に配置される。移動オブジェクト１５３３には、仮想カメラ１４を標的として仮想空間１１において移動することが設定されている。さらに、仮想カメラ１４と移動オブジェクト１５３３とは、第１位置関係にない。したがって、プロセッサ２１０は、図２０（Ａ）に示す仮想空間１１において、移動オブジェクト１５３３の位置から仮想カメラ１４の位置に向かう方向２０４１に沿って、移動オブジェクト１５３３を移動させる。

【０１５７】

仮想カメラ１４は、視界画像２０１７をモニタ１３０に出力する機能に対応する。視界画像２０１７は、立体視差に対応する右目用の視界画像２０１７Ｒ（第１視界画像）および左目用の視界画像２０１７Ｌ（第２視界画像）からなる。仮想カメラ１４に対応する機能は、視界画像２０１７Ｒをモニタ１３０に出力する第１機能および視界画像２０１７Ｌをモニタ１３０に出力する第２機能を含む。機能の制限とは、例えば、視界画像２０１７Ｒおよび視界画像２０１７Ｌのいずれかの出力を停止することである。

【０１５８】

図２０（Ａ）に示す仮想空間１１において、移動オブジェクト１５３３は仮想カメラ１４に衝突していない。したがって、仮想カメラ１４に対応する機能は制限されない。プロセッサ２１０は、仮想カメラ１４に対応する機能が制限されるまで、図２０（Ａ）に示す仮想空間１１に対応する視界画像２０１７Ｒおよび視界画像２０１７Ｌを、図２０（Ｂ）に示すようにそれぞれモニタ１３０に出力する。ユーザ５は、視界画像２０１７Ｒを右目で視認すると共に、視界画像２０１７Ｌを左目で視認する。これにより、ユーザ５は、モニタ１３０に３次元表示される視界画像２０１７を視認することができる。

【０１５９】

図２１は、ある実施の形態に従う仮想空間１１および視界画像２０１７Ｒを表す図である。図２１（Ａ）の例では、仮想空間１１において移動オブジェクト１５３３が移動した結果、移動オブジェクト１５３３は仮想カメラ１４の左側に衝突する。このような衝突は、例えば、移動オブジェクト１５３３が仮想カメラ１４を狙って移動開始した後、ユーザ５が移動オブジェクト１５３３の衝突を避けようとしたが避けきれなかった場合に起こる。プロセッサ２１０は、移動オブジェクト１５３３が仮想カメラ１４の左側に衝突したことに応じて、仮想カメラ１４に対応する第２機能を制限する。プロセッサ２１０は、第２機能が制限されたことに応じて、図２１（Ｂ）に示すように、モニタ１３０に対する視界画像２０１７Ｌの出力を停止すると共に、モニタ１３０に対する視界画像２０１７Ｒの出力は継続する。

【０１６０】

第２機能の制限後、ユーザ５は、視界画像２０１７Ｒを右目で視認するが、左目では視界画像２０１７Ｌを視認しない。これにより、ユーザ５によって視認される視界画像が、３次元表示される視界画像２０１７から２次元表示される視界画像２０１７に切り替わる。この結果、ユーザ５は、視界画像２０１７の遠近感を得にくくなるので、ゲームにおける自身の立場が不利になったことを自覚する。プロセッサ２１０は、視界画像２０１７Ｌを出力する第２機能を制限する場合、ユーザ５の頭部の動きに連動して仮想カメラ１４の傾きおよび位置を制御する機能は制限しない。したがって、ユーザ５が頭部を傾けたり移動させたりすると、プロセッサ２１０はそれに応じて仮想カメラ１４の傾きおよび位置を制御する。

【０１６１】

仮想カメラ１４の左側は、アバターオブジェクト６の左目に相当する。プロセッサ２１０は、移動オブジェクト１５３３を仮想カメラ１４の左側に衝突させた場合、あたかもユーザ５の自身の左目に移動オブジェクト１５３３が衝突したかのような感覚をユーザ５に与えることができる。これにより、ユーザ５に対してより強い恐怖感を与えることができる。プロセッサ２１０は、さらに、移動オブジェクト１５３３の衝突後にユーザ５の左目

による視界画像２０１７Ｌの視認をできなくすることによって、移動オブジェクト１５３３の衝突によってあたかもユーザ５の左目が実際に見えなくなったかのような感覚を、ユーザ５に与えることができる。これらのことから、ユーザ５は、移動オブジェクト１５３３がアバターオブジェクト６の左目に衝突しないように、仮想空間１１において巧みに行動しようとする動機を持つことができる。このように、ＨＭＤシステム１００は、仮想空間１１に対するユーザ５の没入覚をより高めることができる。

【０１６２】

プロセッサ２１０は、仮想カメラ１４の右側に移動オブジェクト１５３３が衝突したことに応じて、仮想カメラ１４に対応する第１機能を制限することができる。プロセッサ２１０は、第１機能が制限された場合、モニタ１３０に対する視界画像２０１７Ｒの出力を停止すると共に、モニタ１３０に対する視界画像２０１７Ｌの出力は継続する。ユーザ５は、左目で視界画像２０１７Ｒを視認するが、右目では視界画像２０１７Ｒを視認しない。この結果、ユーザ５によって視認される視界画像２０１７が、３次元表示される視界画像２０１７から２次元表示される視界画像２０１７に切り替わる。したがって、プロセッサ２１０は、移動オブジェクト１５３３の衝突によってあたかもユーザ５の右目が実際に見えなくなったかのような感覚を、ユーザ５に与えることができる。

【０１６３】

プロセッサ２１０は、移動オブジェクト１５３３が操作オブジェクトを標的として仮想空間１１において移動することを、移動オブジェクト１５３３に設定することもできる。プロセッサ２１０は、例えば、仮想左手１５２１Ｌを標的として仮想空間１１において移動することを、移動オブジェクト１５３３に設定する。この場合、プロセッサ２１０は、仮想左手１５２１Ｌと移動オブジェクト１５３３とが第１位置関係になるまで、仮想左手１５２１Ｌの位置変化に追随するように移動オブジェクト１５３３を移動させる。プロセッサ２１０は、さらに、仮想左手１５２１Ｌと移動オブジェクト１５３３とが第１位置関係になった後、仮想左手１５２１Ｌの位置変化に追随させずに移動オブジェクト１５３３を移動させる。このような移動制御によっても、仮想空間１１に対するユーザ５の没入感を高めることができる。

【０１６４】

図２２は、ある実施の形態に従う仮想空間１１を表す図である。図２２では、プロセッサ２１０が移動オブジェクト１５３３を移動させた結果、仮想左手１５２１Ｌと移動オブジェクト１５３３とが衝突している。このような衝突は、例えば、移動オブジェクト１５３３が仮想左手１５２１Ｌを狙って移動開始した後、ユーザ５が移動オブジェクト１５３３の衝突を避けようと試みたが避けきれなかった場合に、起こり得る。プロセッサ２１０は、仮想左手１５２１Ｌと移動オブジェクト１５３３との衝突に応じて、仮想左手１５２１Ｌに対応する機能を制限する。このとき制限される機能は、例えば、ユーザ５の左手の動きに応じて仮想左手１５２１Ｌを動かす機能である。

【０１６５】

図２２では、仮想右手１５２１Ｒおよび仮想左手１５２１Ｌに、それぞれ体力パラメータが設定される。体力パラメータは、一定範囲内のいずれかの値を取り得る。プロセッサ２１０は、衝突検出モジュール１４２５として、仮想左手１５２１Ｌと移動オブジェクト１５３３との衝突を検出する。プロセッサ２１０は、仮想左手１５２１Ｌと操作オブジェクトとの衝突に基づいて、仮想左手１５２１Ｌに設定されるパラメータの値を減少させる。

【０１６６】

図２３は、ある実施の形態に従う仮想空間１１を表す図である。プロセッサ２１０は、仮想左手１５２１Ｌに設定されるパラメータの値が第１閾値を下回った場合、図２３に示すように、仮想左手１５２１Ｌに対応する機能を制限する。プロセッサ２１０は、仮想左手１５２１Ｌに対応する機能が制限されたことに応じて、仮想左手１５２１Ｌの表示態様を、機能が制限される前の態様と異ならせる。図２３では、プロセッサ２１０は、仮想左手１５２１Ｌの表示態様を、仮想左手１５２１Ｌを動かす機能が制限されたことをユーザ

５に直感的に把握させる態様に、変化させる。
【０１６７】
図２３では、仮想左手１５２１Ｌを動かす機能が制限されている。プロセッサ２１０は、仮想左手１５２１Ｌを動かす機能が制限された後、図２３に示すように、ユーザ５の左手の動きに応じて仮想左手１５２１Ｌを動かさない。詳細には、図２３に示す仮想空間１１における仮想左手１５２１Ｌの位置は、ユーザ５が左手を動かす前の図２２に示す仮想空間１１における仮想左手１５２１Ｌの位置と、同一である。
【０１６８】
ユーザ５は、図２３に示す仮想空間１１に対応する視界画像１７を視認することによって、仮想左手１５２１Ｌと移動オブジェクト１５３３との衝突の結果、仮想左手１５２１Ｌに対応する機能が制限されたことを認識する。プロセッサ２１０は、仮想左手１５２１Ｌが動かない視界画像１７を出力することによって、よりリアルなダメージを受けた感覚をユーザ５に生じさせることができる。プロセッサ２１０は、さらに、ユーザ５の左手の動きに応じて仮想左手１５２１Ｌを動かす機能を停止することによって、ダメージを受けたユーザ５が仮想空間１１における敵キャラクタとの戦闘において不利になることを、よりリアルに演出することができる。この演出に応じて、ユーザ５は、移動オブジェクト１５３３が仮想左手１５２１Ｌに衝突することをより積極的に回避するように、行動する。このように、ＨＭＤシステム１００は、仮想空間１１に対するユーザ５の没入感をより高めることができる。
【０１６９】
以上、本開示の実施形態について説明したが、本発明の技術的範囲は、本実施形態の説明によって限定的に解釈されるべきではない。本実施形態は一例であって、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内において、様々な実施形態の変更が可能であることが当業者によって理解されるところである。本発明の技術的範囲は、特許請求の範囲に記載された発明の範囲およびその均等の範囲に基づいて定められるべきである。
【０１７０】
プロセッサ２１０は、仮想カメラ１４に体力パラメータを設定することができる。この場合、プロセッサ２１０は、仮想空間１１において移動オブジェクト１５３３を移動させる。この移動態様に特に制限はない。プロセッサ２１０は、移動オブジェクト１５３３と仮想カメラ１４とが第１位置関係になるまで、移動オブジェクト１５３３を仮想カメラ１４の位置変化に追随するように移動させることができる。プロセッサ２１０は、移動オブジェクト１５３３と仮想カメラ１４とが第１位置関係になるか否かに関わらず、移動オブジェクト１５３３を仮想カメラ１４の位置変化に常に追随するように移動させることができる。プロセッサ２１０は、移動オブジェクト１５３３に設定される慣性に常に基づいて、移動オブジェクト１５３３を移動させることもできる。
【０１７１】
プロセッサ２１０は、仮想空間１１における移動オブジェクト１５３３の移動に応じて、仮想カメラ１４に設定される体力パラメータの値を減少させる。プロセッサ２１０は、例えば、移動オブジェクト１５３３と仮想カメラ１４との衝突に応じて、体力パラメータの値を減少させる。プロセッサ２１０は、体力パラメータが第１閾値を下回る場合、仮想カメラ１４に対応する機能を制限する。仮想カメラ１４に対応する機能とは、モニタ１３０に視界画像２０１７を出力する機能である。機能は、上述した第１機能および第２機能を含む。視界画像１７は、立体視差に対応する右目用の視界画像２０１７Ｒおよび左目用の視界画像２０１７Ｌからなる。機能の制限とは、例えば、視界画像２０１７Ｒおよび視界画像２０１７Ｌのいずれかの出力を停止することである。
【０１７２】
プロセッサ２１０は、仮想カメラ１４の右側に第１体力パラメータを設定し、仮想カメラ１４の左側に第２体力パラメータを設定する。第２体力パラメータは第１体力パラメータから独立している。第１体力パラメータは第１機能に対応し、第２体力パラメータは第２機能に対応する。プロセッサ２１０は、第１体力パラメータが第１閾値を下回った場合

、第１機能を制限し、第２体力パラメータが第２閾値を下回った場合、第２機能を制限する。

【０１７３】

プロセッサ２１０は、仮想カメラ１４に対応する機能を制限する場合、第１機能および第２機能のうちいずれかを制限する。プロセッサ２１０は、第１機能が制限された場合、モニタ１３０に対する視界画像２０１７Ｒの出力を停止すると共に、視界画像２０１７Ｌの出力は継続する。プロセッサ２１０は、第２機能が制限された場合、モニタ１３０に対する視界画像２０１７Ｌの出力を停止すると共に、視界画像２０１７Ｒの出力は継続する。

【０１７４】

〔付記事項〕

本発明の一側面に係る内容を列記すると以下のとおりである。

【０１７５】

（項目１） プログラムを説明した。本開示のある局面によれば、プログラムは、ユーザ５の頭部に関連付けられた画像表示装置（ＨＭＤ１２０）を介して仮想体験をユーザに提供するために、プロセッサ２１０を備えたコンピュータ２００によって実行される。プログラムは、プロセッサに、仮想体験をユーザに提供するための仮想空間１１を定義するステップ（Ｓ１６０１）と、ユーザの身体の一部の動きに連動する第１オブジェクト（仮想カメラ１４）を仮想空間に生成するステップ（Ｓ１６０２）と、身体の一部の動きに応じて、第１オブジェクトを動かすステップ（Ｓ１６０７）と、第２オブジェクト（移動オブジェクト１５３３）を仮想空間に生成するステップ（Ｓ１６０４）と、第１オブジェクトと第２オブジェクトとが第１位置関係になるまで、第１オブジェクトの位置変化に追随するように第２オブジェクトを移動させ、第１オブジェクトと第２オブジェクトとが第１位置関係になった後、第１オブジェクトの位置変化に追随させずに第２オブジェクトを移動させるステップ（Ｓ１６０９，Ｓ１６１０）と、仮想空間内における仮想視点（仮想カメラ１４）からの視界（視界領域１５）に対応する視界画像１５１７を定義するステップ（Ｓ１６０６）と、視界画像を画像表示装置に出力するステップ（Ｓ１６０６）とを実行させる。

【０１７６】

（項目２） （項目１）において、プログラムは、プロセッサに、第１オブジェクトと第２オブジェクトとの衝突に応じて、第１オブジェクトに対応する機能を制限するステップをさらに実行させる。

【０１７７】

（項目３） （項目２）において、第１オブジェクトにパラメータが設定されており、プログラムは、プロセッサに、第１オブジェクトと第２オブジェクトとの衝突に応じて、パラメータの値を減少させるステップをさらに実行させ、機能を制限するステップにおいて、パラメータの値が第１閾値を下回った場合、機能を制限する。

【０１７８】

（項目４） （項目２）または（項目３）において、ユーザの身体の一部は、ユーザの頭部であり、第１オブジェクトは、仮想カメラであり、仮想視点からの視界は、仮想カメラからの視界であり、機能を制限するステップにおいて、視界画像を出力する機能を制限する。

【０１７９】

（項目５） （項目４）において、視界画像は、立体視差に対応する右目用の第１視界画像（２０１７Ｒ）および左目用の第２視界画像（２０１７Ｌ）からなり、機能は、第１視界画像を出力する第１機能および第２視界画像を出力する第２機能を含み、機能を制限するステップにおいて、第１機能および第２機能のうちいずれかを制限し、視界画像を出力するステップにおいて、機能が制限されるまで、第１視界画像および左目用の第２視界画像を画像表示装置に出力し、第１機能が制限された場合、第１視界画像の出力を停止し、第２機能が制限された場合、第２視界画像の出力を停止する。

【０１８０】
（項目６） 項目（４）または項目（５）において、プログラムは、プロセッサに、ユーザの頭部の姿勢に応じて、仮想カメラからの視界の向きを制御するステップをさらに実行させる。
【０１８１】
（項目７） （項目２）または（項目３）において、ユーザの身体の一部は、ユーザの手であり、第１オブジェクトは、仮想手（仮想左手１５２１Ｌ）であり、第１オブジェクトを動かすステップにおいて、機能が制限された後、ユーザの手の動きに応じて仮想手を動かさない。
【０１８２】
（項目８） （項目１）～（項目７）のいずれかにおいて、第２オブジェクトを移動させるステップにおいて、第１オブジェクトと第２オブジェクトとが第１位置関係になった後、仮想空間内において第２オブジェクトに設定される慣性に応じて、第２オブジェクトをさらに移動させる。
【０１８３】
（項目９） 情報処理装置を説明した。本開示のある局面によると、情報処理装置（コンピュータ２００）は、情報処理装置によって実行されるプログラムを記憶する記憶部（ストレージ２３０）と、情報処理装置の動作を制御する制御部（プロセッサ２１０）と、を備えている。制御部は、仮想体験をユーザ５に提供するための仮想空間１１を定義し、ユーザの身体の一部の動きに連動する第１オブジェクト（仮想カメラ１４）を仮想空間に生成し、身体の一部の動きに応じて、第１オブジェクトを動し、第２オブジェクト（移動オブジェクト１５３３）を仮想空間に生成し、第１オブジェクトと第２オブジェクトとが第１位置関係になるまで、第１オブジェクトの位置変化に追随するように第２オブジェクトを移動させ、第１オブジェクトと第２オブジェクトとが第１位置関係になった後、第１オブジェクトの位置変化に追随させずに第２オブジェクトを移動させ、仮想空間内における仮想視点（仮想カメラ１４）からの視界に対応する視界画像１５１７を定義し、視界画像を画像表示装置に出力する。
【０１８４】
（項目１０） プログラムを実行する方法を説明した。本開示のある局面によると、プログラムは、ユーザ５の頭部に関連付けられた画像表示装置（ＨＭＤ１２０）を介して仮想体験をユーザに提供するために、プロセッサ２１０を備えたコンピュータ２００によって実行される。プログラムは、プロセッサが、仮想体験をユーザに提供するための仮想空間１１を定義するステップ（Ｓ１６０１）と、ユーザの身体の一部の動きに連動する第１オブジェクト（仮想カメラ１４）を仮想空間に生成するステップと、身体の一部の動きに応じて、第１オブジェクトを動かすステップ（Ｓ１６０７）と、第２オブジェクト（移動オブジェクト１５３３）を仮想空間に生成するステップ（Ｓ１６０４）と、第１オブジェクトと第２オブジェクトとが第１位置関係になるまで、第１オブジェクトの位置変化に追随するように第２オブジェクトを移動させ、第１オブジェクトと第２オブジェクトとが第１位置関係になった後、第１オブジェクトの位置変化に追随させずに第２オブジェクトを移動させるステップ（Ｓ１６０９，Ｓ１６１０）と、仮想空間内における仮想視点（仮想カメラ１４）からの視界（視界領域１５）に対応する視界画像１５１７を定義するステップ（Ｓ１６０６）と、視界画像を画像表示装置に出力するステップ（Ｓ１６０６）と、を含む。
【０１８５】
（項目１１） プログラムを説明した。本開示のある局面によれば、プログラムは、ユーザ５の頭部に関連付けられた画像表示装置（ＨＭＤ１２０）を介して仮想体験をユーザに提供するために、プロセッサ２１０を備えたコンピュータ２００によって実行される。プログラムは、プロセッサに、仮想体験をユーザに提供するための仮想空間１１を定義するステップと、ユーザの頭部の動きに応じて、仮想空間内において仮想カメラを動かすステップと、ユーザの頭部の姿勢と仮想空間における仮想カメラの位置とに応じて、仮想空

間における仮想カメラからの視界（視界領域１５）を制御するステップと、仮想空間内において仮想カメラに向けて第２オブジェクト（移動オブジェクト１５３３）を移動させるステップと、仮想カメラからの視界に対応する視界画像２０１７を定義するステップと、視界画像を画像表示装置に出力するステップと、第２オブジェクトの移動に応じて、仮想カメラに設定されるパラメータの値を減少させるステップと、パラメータの値が第１閾値を下回る場合、視界画像を出力する機能を制限するステップとを実行させる。

【０１８６】

（項目１２）　（項目１１）において、視界画像は、立体視差に対応する右目用の第１視界画像（視界画像２０１７Ｒ）および左目用の第２視界画像（視界画像２０１７Ｌ）からなり、機能は、第１視界画像を出力する第１機能および第２視界画像を出力する第２機能を含み、機能を制限するステップにおいて、第１機能および第２機能のうちいずれかを制限し、視界画像を出力するステップにおいて、機能が制限されるまで、第１視界画像および左目用の第２視界画像を画像表示装置に出力し、第１機能が制限された場合、第１視界画像の出力を停止し、第２機能が制限された場合、第２視界画像の出力を停止する。

【０１８７】

上記実施形態においては、ＨＭＤによってユーザが没入する仮想空間（ＶＲ空間）を例示して説明したが、ＨＭＤとして、透過型のＨＭＤを採用してもよい。この場合、透過型のＨＭＤを介してユーザが視認する現実空間に仮想空間を構成する画像の一部を合成した視界画像を出力することにより、拡張現実（ＡＲ：Augmented Reality）空間または複合現実（ＭＲ：Mixed Reality）空間における仮想体験をユーザに提供してもよい。この場合、操作オブジェクトに代えて、ユーザの手の動きに基づいて、仮想空間内における対象オブジェクトへの作用を生じさせてもよい。具体的には、プロセッサは、現実空間におけるユーザの手の位置の座標情報を特定するとともに、仮想空間内における対象オブジェクトの位置を現実空間における座標情報との関係で定義してもよい。これにより、プロセッサは、現実空間におけるユーザの手と仮想空間における対象オブジェクトとの位置関係を把握し、ユーザの手と対象オブジェクトとの間で上述したコリジョン制御等に対応する処理を実行可能となる。その結果、ユーザの手の動きに基づいて対象オブジェクトに作用を与えることが可能となる。

【符号の説明】

【０１８８】

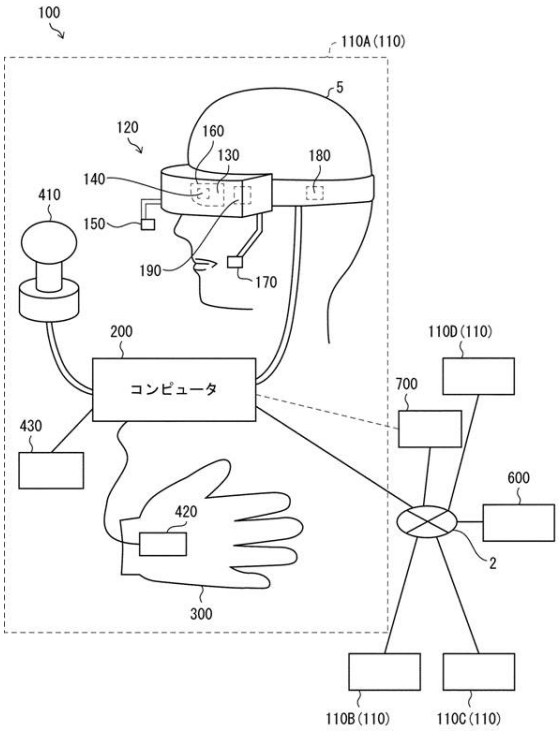
２　ネットワーク、１１，１１Ａ，１１Ｂ，１１Ｃ　仮想空間、５，５Ａ，５Ｂ，５Ｃ、５Ｄ　ユーザ、６Ａ，６Ｂ，６Ｃ　アバターオブジェクト、１１　仮想空間、１２　中心、１３　パノラマ画像、１４，１４Ａ　仮想カメラ、１５　視界領域、１６　基準視線、１７，１７Ａ　視界画像、１８，１９　領域、１００　ＨＭＤシステム、１１０，１１０Ａ，１１０Ｂ，１１０Ｃ，１１０Ｄ　ＨＭＤセット、１２０，１２０Ａ，１２０Ｂ，ＨＭＤ、１３０，１３０Ａ　モニタ、１４０，１４０　注視センサ、１５０　第１カメラ、１６０　第２カメラ、１７０，１７０Ａ　マイク、１８０，１８０Ａ，１８０Ｂ　スピーカ、１９０　センサ、２００，２００Ａ，２００Ｂ　コンピュータ、２１０，２１０Ａ、２１０Ｂ，２１０Ｃ，６１０　プロセッサ、２２０，６２０　メモリ、２３０，６３０　ストレージ、２４０，６４０　入出力インターフェイス、２５０，６５０　通信インターフェイス、２６０，６６０　バス、３００，３００Ｂ　コントローラ、３００Ｒ　右コントローラ、３１０　グリップ、３２０　フレーム、３３０　天面、３４０，３４０，３５０，３７０，３８０　ボタン、３６０　赤外線ＬＥＤ、３９０　アナログスティック、４１０　ＨＭＤセンサ、４２０，４２０Ａ　モーションセンサ、４３０　ディスプレイ、５１０，７１０　コントロールモジュール、５２０　レンダリングモジュール、５３０，７２０　メモリモジュール、５４０　通信制御モジュール、６００　サーバ、７００　外部機器、１４２１　仮想オブジェクト生成モジュール、１４２２　仮想カメラ制御モジュール、１４２３　操作オブジェクト制御モジュール、１４２４　移動オブジェクト制御モジュール、１４２５　衝突検出モジュール、１４２６　機能制限モジュール、１５１７，１８１７，１９１７，２０１７，２０１７Ｒ、２０１７Ｌ　視界画像、１５２１Ｒ　仮想右

手、１５２１Ｌ　仮想左手、１５３１，１５３２　固定オブジェクト、１５３３　移動オブジェクト、１７４１，１７４２，１８４１，１８４２，１９４１，２０４１　方向、

【図面】

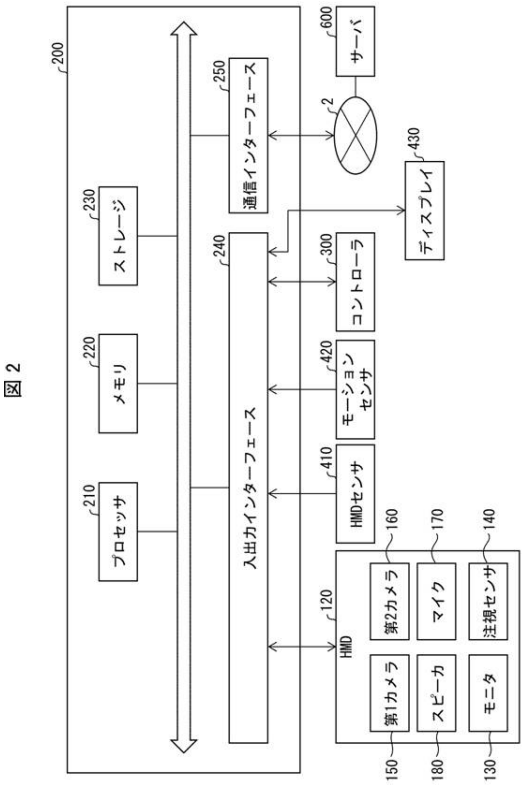
【図１】

図 1



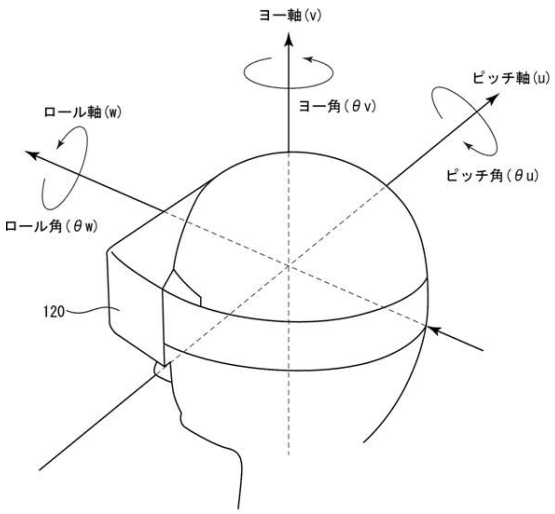
【図２】

図 2



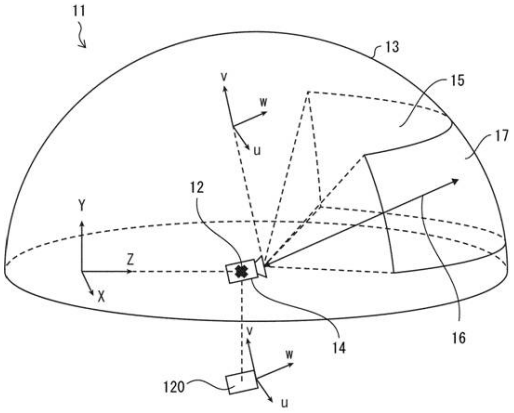
【図３】

図 3



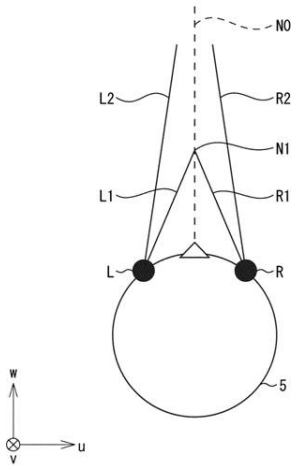
【図４】

図 4



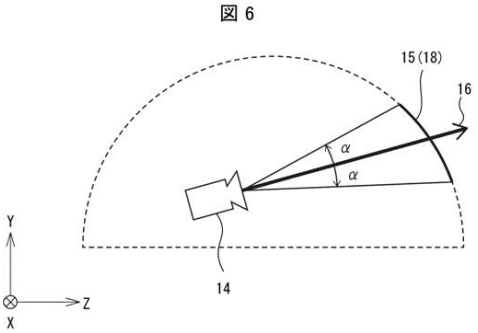
【図５】

図 5



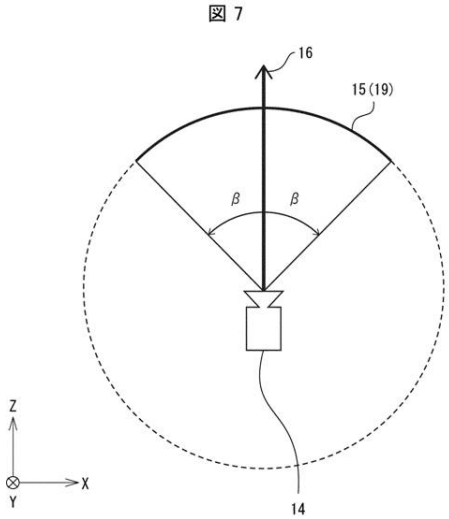
【図６】

図 6



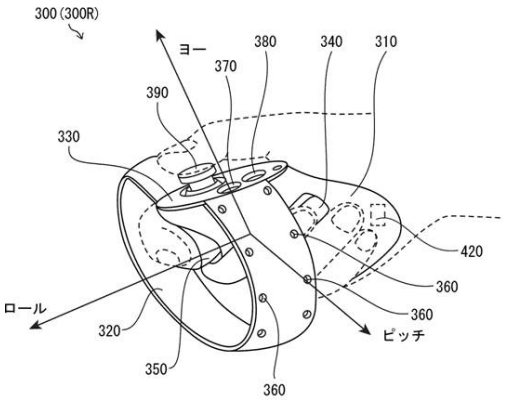
【図７】

図 7

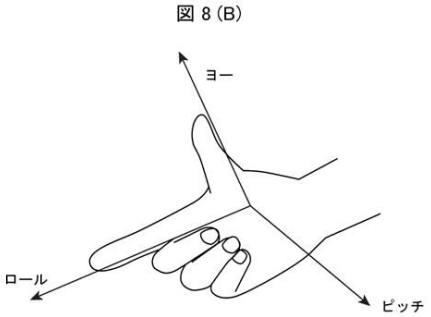


【図８（Ａ）】

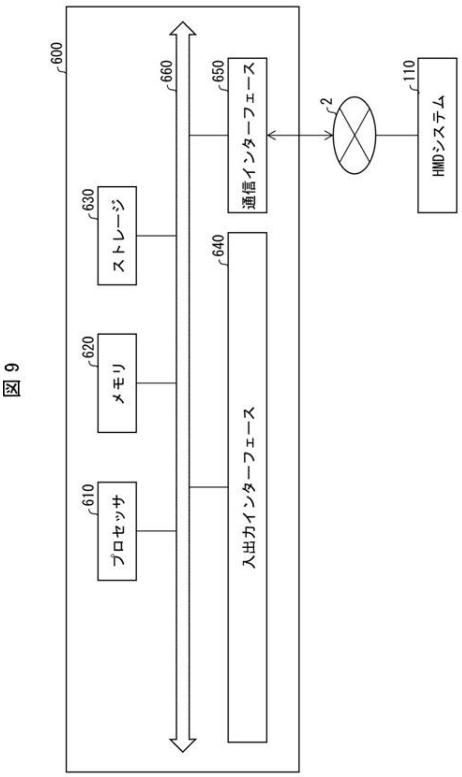
図 8 (A)



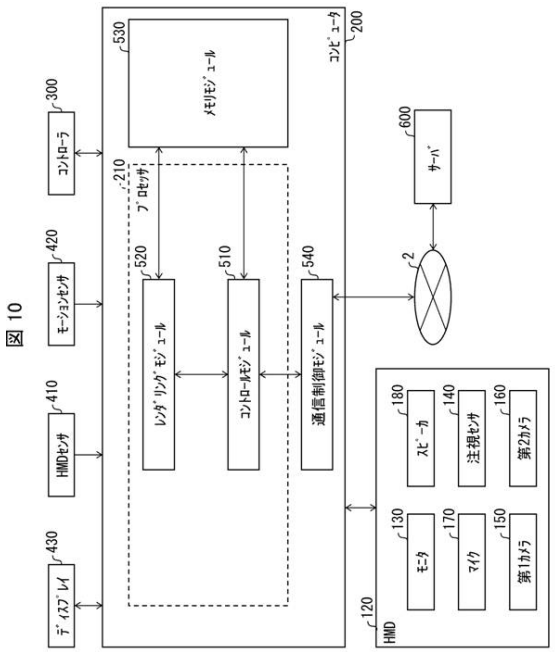
【図８（Ｂ）】



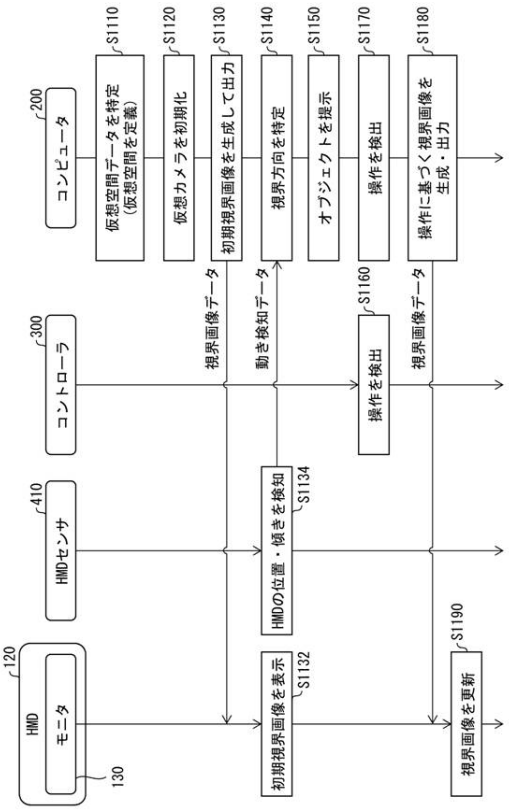
【図９】



【図１０】

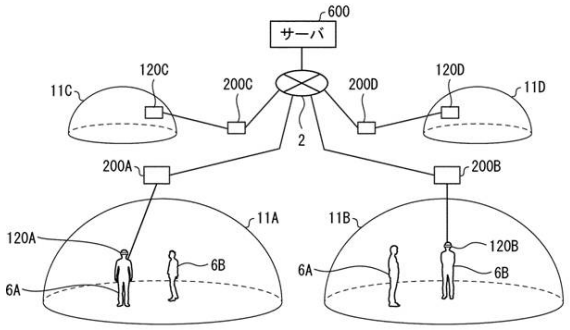


【図１１】



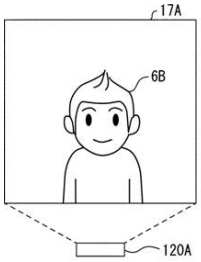
【図１２（Ａ）】

図 12 (A)



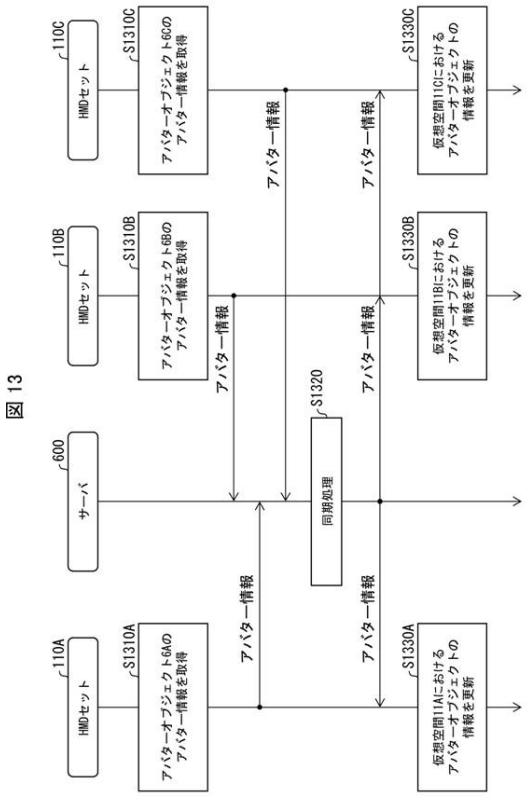
【図１２（Ｂ）】

図 12 (B)



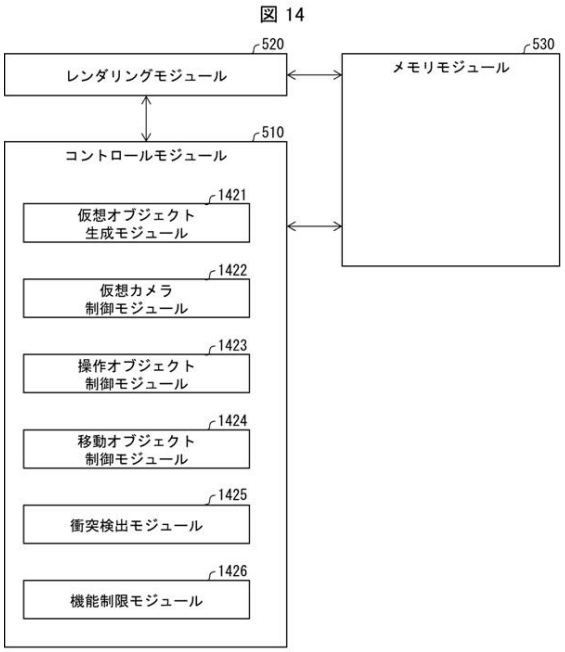
【図１３】

図 13



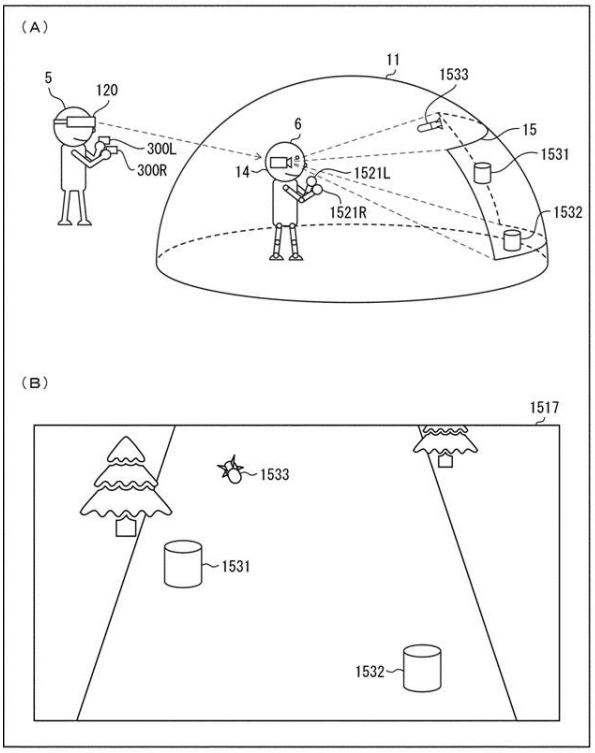
【図１４】

図 14



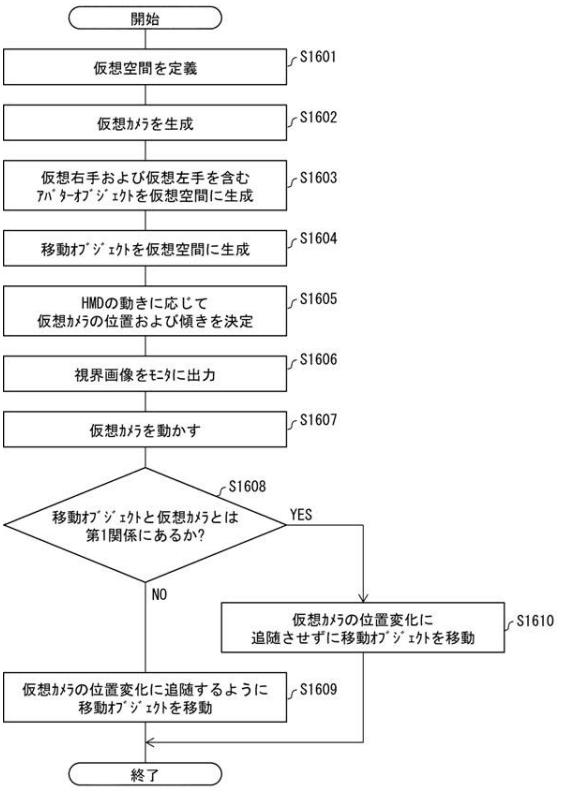
【図１５】

図 15



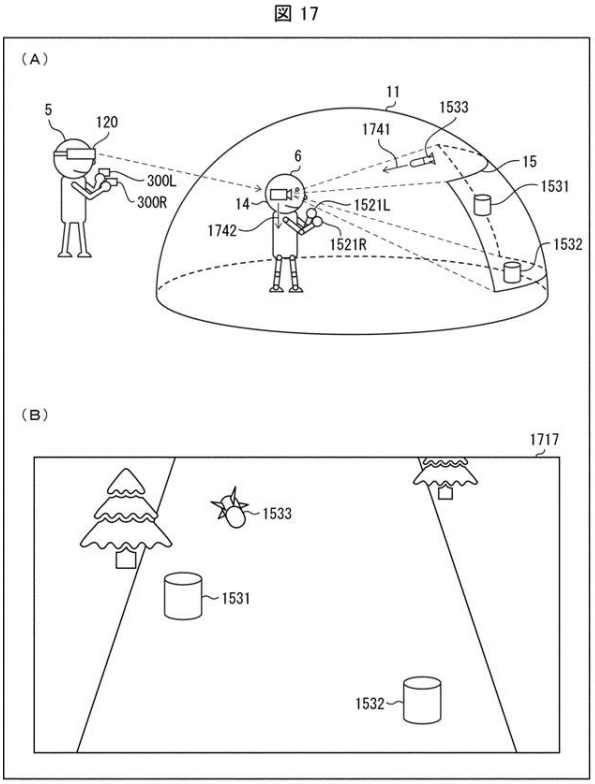
【図１６】

図 16



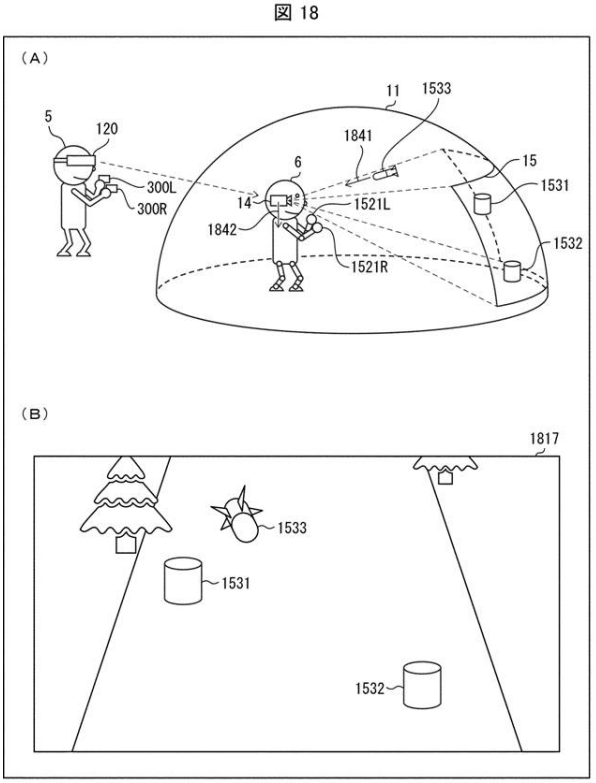
【図１７】

図 17



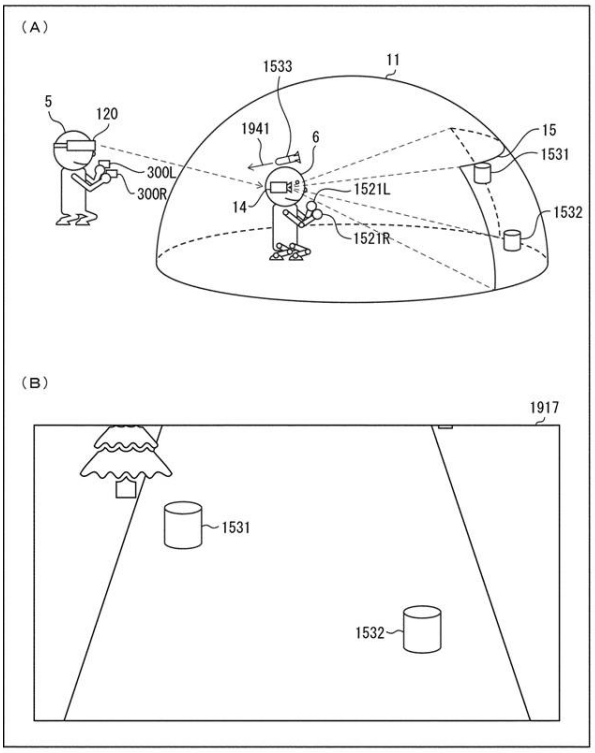
【図１８】

図 18



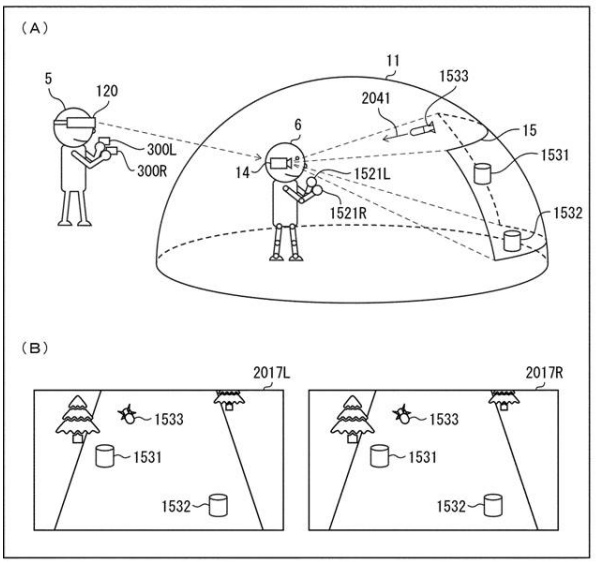
【図１９】

図 19



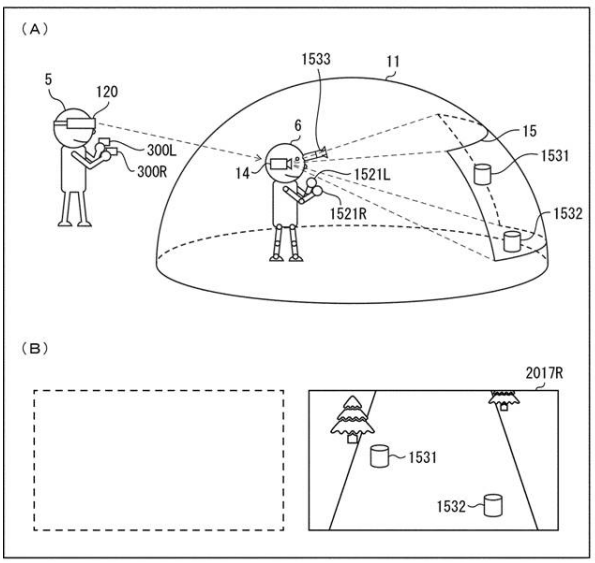
【図２０】

図 20



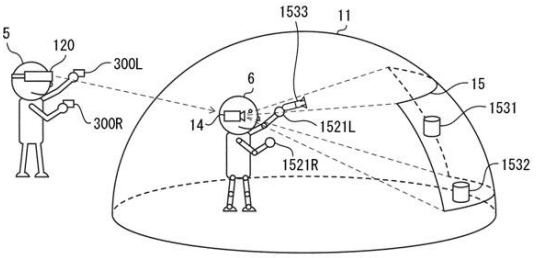
【図２１】

図 21



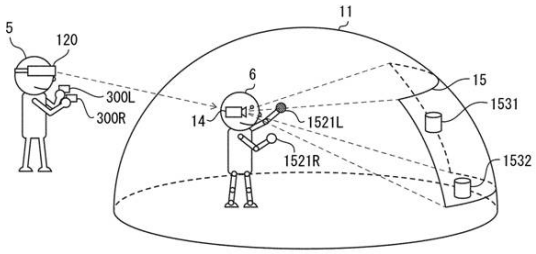
【図２２】

図 22



【図２３】

図 23



フロントページの続き

(51)国際特許分類　　ＦＩ

Ａ６３Ｆ　13/5255(2014.01)	Ａ６３Ｆ　13/5255
Ｇ０６Ｆ　3/01　(2006.01)	Ｇ０６Ｆ　3/01　５１０

(56)参考文献　　特開２０１２－２１２２３７（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－０００１５６（ＪＰ，Ａ）
大島 登志一 他，ＲＶ－Ｂｏｒｄｅｒ Ｇｕａｒｄｓ：複数人参加型複合現実感ゲーム，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，日本バーチャルリアリティ学会，1999年12月31日，第4巻 第4号，pp.699～705
Node，VR Boxing - Thrill of the Fight，2016年06月20日，＜URL:https://www.youtube.com/watch?v=iIrmhf9pRH0＞，［検索日：2022年2月4日］

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)

Ｇ０６Ｔ　１９／００
Ｇ０６Ｆ　３／０１
Ａ６３Ｆ　１３／００　－　１３／９８