

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-175849

(P2018-175849A)

(43) 公開日 平成30年11月15日(2018.11.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 3 F 13/577 (2014.01)	A 6 3 F 13/577	5 B 0 5 0
G 0 6 T 19/00 (2011.01)	G 0 6 T 19/00	5 E 5 5 5
A 6 3 F 13/25 (2014.01)	A 6 3 F 13/25	
A 6 3 F 13/55 (2014.01)	A 6 3 F 13/55	
G 0 6 F 3/01 (2006.01)	G 0 6 F 3/01 5 1 0	
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 33 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2018-31366 (P2018-31366)
 (22) 出願日 平成30年2月23日 (2018.2.23)
 (62) 分割の表示 特願2017-80877 (P2017-80877)
 の分割
 原出願日 平成29年4月14日 (2017.4.14)

(71) 出願人 509070463
 株式会社コロブラ
 東京都渋谷区恵比寿四丁目2番3号
 (72) 発明者 佐々木 尚人
 東京都渋谷区恵比寿四丁目2番3号 株
 式会社コロブラ内
 Fターム(参考) 5B050 BA08 BA09 BA12 BA13 CA07
 DA10 EA07 EA12 EA18 EA24
 EA27 FA02

最終頁に続く

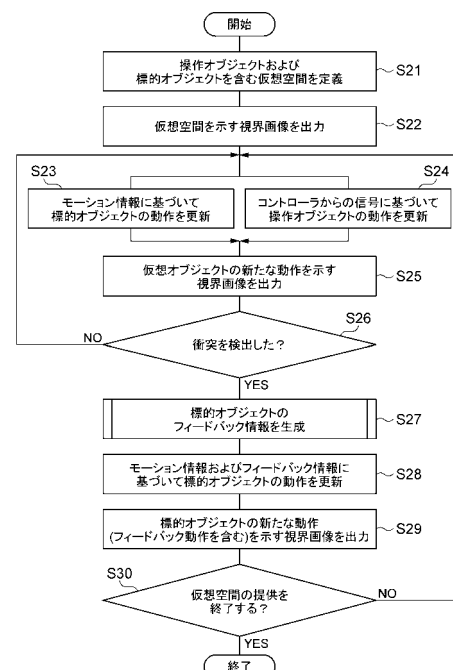
(54) 【発明の名称】 情報処理方法、装置、および当該情報処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラム

(57) 【要約】

【課題】 仮想空間における仮想体験のエンタテインメント性を向上させ得る。

【解決手段】 表示部を備えるヘッドマウントデバイスを介してユーザに仮想空間を提供するためにコンピュータによって実行される情報処理方法は、ユーザに関連付けられた操作オブジェクトと、所定のモーション情報に基づいて動作する複数の部位を有する標的オブジェクトとを含む仮想空間を規定する仮想空間データを生成するステップと、操作オブジェクトと標的オブジェクトとの衝突が検出された場合に、該衝突に基づく標的オブジェクトの衝突部位のフィードバック動作を少なくとも示すフィードバック情報を生成するステップと、モーション情報およびフィードバック情報を用いて、少なくとも衝突部位の動作を更新するステップと、仮想空間データと、更新された少なくとも衝突部位の動作とに基づいて視界画像を生成し、表示部に該視界画像を表示させるステップを含む。

【選択図】 図12



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

表示部を備えるヘッドマウントデバイスを介してユーザに仮想空間を提供するためにコンピュータによって実行される情報処理方法であって、

前記ユーザに関連付けられた操作オブジェクトと、所定のモーション情報に基づいて動作する複数の部位を有する標的オブジェクトとを含む前記仮想空間を規定する仮想空間データを生成するステップと、

前記操作オブジェクトと前記標的オブジェクトとの衝突が検出された場合に、該衝突に基づく前記標的オブジェクトの衝突部位のフィードバック動作を少なくとも示すフィードバック情報を生成するステップと、

前記モーション情報および前記フィードバック情報を用いて、少なくとも前記衝突部位の動作を更新するステップと、

前記仮想空間データと、更新された前記少なくとも衝突部位の動作とに基づいて視界画像を生成し、前記表示部に該視界画像を表示させるステップとを含む情報処理方法。

10

【請求項 2】

前記衝突部位を含む 2 以上の前記部位のフィードバック動作を示す前記フィードバック情報を生成するステップを含む請求項 1 に記載の情報処理方法。

【請求項 3】

前記操作オブジェクトと前記標的オブジェクトとの衝突点を特定するステップと、前記標的オブジェクトと衝突した前記操作オブジェクトの動作を示すヒットベクトルを算出するステップと、

前記 2 以上の部位のそれぞれについて、該部位のジョイントから前記衝突点に至るジョイントベクトルを算出するステップと、

前記 2 以上の部位のそれぞれについて、前記ヒットベクトルと該部位に対応する前記ジョイントベクトルとに基づいて該部位の前記フィードバック情報を生成するステップとを含む請求項 2 に記載の情報処理方法。

20

【請求項 4】

前記衝突部位から離れた部位ほど前記ヒットベクトルを減衰させるステップを含む請求項 3 に記載の情報処理方法。

30

【請求項 5】

前記ヒットベクトルの向きに基づいて各ジョイントベクトルの向きを補正するステップを含む請求項 3 または 4 に記載の情報処理方法。

【請求項 6】

各部位の前記フィードバック動作が、該部位のボーンと交差する方向に沿った振動を含む、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の情報処理方法。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の情報処理方法をコンピュータに実行させるプログラム。

40

【請求項 8】

少なくともメモリと、前記メモリに結合されたプロセッサとを備え、前記プロセッサの制御により請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の情報処理方法を実行する、装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示は、情報処理方法、装置、および当該情報処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムに関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

特許文献 1 は、ディスプレイ上に表示される標的に向けてシューティングを行うシューティングデバイスを備える装置を開示している。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開平 0 9 - 0 7 5 5 5 2 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

10

標的が登場する仮想空間では、ユーザ操作に応じて所定のオブジェクトが標的に当たった時の標的の演出が当該仮想空間のエンタテインメント性に影響し得る。

【 0 0 0 5 】

そこで、本開示は、仮想空間における仮想体験のエンタテインメント性を向上させ得る情報処理方法、装置、および当該情報処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

本開示が示す一態様によれば、表示部を備えるヘッドマウントデバイスを介してユーザに仮想空間を提供するためにコンピュータによって実行される情報処理方法が提供される。この情報処理方法は、ユーザに関連付けられた操作オブジェクトと、所定のモーション情報に基づいて動作する複数の部位を有する標的オブジェクトとを含む仮想空間を規定する仮想空間データを生成するステップと、操作オブジェクトと標的オブジェクトとの衝突が検出された場合に、該衝突に基づく標的オブジェクトの衝突部位のフィードバック動作を少なくとも示すフィードバック情報を生成するステップと、モーション情報およびフィードバック情報を用いて、少なくとも衝突部位の動作を更新するステップと、仮想空間データと、更新された少なくとも衝突部位の動作とに基づいて視界画像を生成し、表示部に該視界画像を表示させるステップとを含む。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 0 7 】

30

本開示によれば、仮想空間における仮想体験のエンタテインメント性を向上させ得る情報処理方法、装置、および当該情報処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 8 】

【 図 1 】 ある実施の形態に従う H M D システム 1 0 0 の構成の概略を表す図である。

【 図 2 】 一局面に従うコンピュータ 2 0 0 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 H M D 装置 1 1 0 に設定される u v w 視野座標系を概念的に表す図である。

40

【 図 4 】 ある実施の形態に従う仮想空間 2 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 H M D 装置 1 1 0 を装着するユーザ 1 9 0 の頭部を上から表した図である。

【 図 6 】 仮想空間 2 において視界領域 2 3 を X 方向から見た Y Z 断面を表す図である。

【 図 7 】 仮想空間 2 において視界領域 2 3 を Y 方向から見た X Z 断面を表す図である。

【 図 8 】 ある実施の形態に従うコントローラ 1 6 0 の概略構成を表す図である。

【 図 9 】 ある実施の形態に従うコンピュータ 2 0 0 をモジュール構成として表すブロック図である。

【 図 1 0 】 ある実施の形態に従う H M D システム 1 0 0 A が実行する処理を表すフローチャートである。

50

【図 1 1】ある実施の形態に従う H M D 装置 1 1 0 上に表示される視界画像 3 0 0 の一例を表す図である。

【図 1 2】ある実施の形態に従う仮想オブジェクトの制御を表すフローチャートである。

【図 1 3】ある実施の形態に従う標的オブジェクト 4 0 0 の定義および構成の例を表す図である。

【図 1 4】ある実施の形態に従うフィードバック情報の生成を表すフローチャートである。

【図 1 5】ある実施の形態に従う標的オブジェクト 4 0 0 のフィードバック動作の計算方法を表す図である。

【図 1 6】ある実施の形態に従う操作オブジェクト 3 0 2 と標的オブジェクト 4 0 0 との衝突の演出の一例を表す図である。

【図 1 7】変形例に従う標的オブジェクト 4 0 0 のフィードバック動作の計算方法を表す図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 0 9】

以下、図面を参照しつつ、本開示の実施の形態について説明する。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。

【0 0 1 0】

[H M D システムの構成]

図 1 を参照して、H M D (Head Mount Device) システム 1 0 0 の構成について説明する。図 1 は、ある実施の形態に従う H M D システム 1 0 0 の構成の概略を表す図である。ある局面において、H M D システム 1 0 0 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。

【0 0 1 1】

H M D システム 1 0 0 は、H M D 装置 1 1 0 (ユーザ端末) と、H M D センサ 1 2 0 と、コントローラ 1 6 0 と、コンピュータ 2 0 0 とを備える。H M D 装置 1 1 0 は、ディスプレイ 1 1 2 と、カメラ 1 1 6 と、マイク 1 1 8 と、注視センサ 1 4 0 とを含む。コントローラ 1 6 0 は、モーションセンサ 1 3 0 を含み得る。

【0 0 1 2】

ある局面において、コンピュータ 2 0 0 は、インターネットその他のネットワーク 1 9 に接続可能であり、ネットワーク 1 9 に接続されているサーバ 1 5 0 その他のコンピュータと通信可能である。別の局面において、H M D 装置 1 1 0 は、H M D センサ 1 2 0 の代わりに、センサ 1 1 4 を含み得る。

【0 0 1 3】

H M D 装置 1 1 0 は、ユーザの頭部に装着され、動作中に仮想空間をユーザに提供し得る。より具体的には、H M D 装置 1 1 0 は、右目用の画像および左目用の画像をディスプレイ 1 1 2 にそれぞれ表示する。ユーザの各目がそれぞれの画像を視認すると、ユーザは、両目の視差に基づき当該画像を 3 次元の画像として認識し得る。

【0 0 1 4】

ディスプレイ 1 1 2 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、ディスプレイ 1 1 2 は、ユーザの両目の前方に位置するように H M D 装置 1 1 0 の本体に配置されている。したがって、ユーザは、ディスプレイ 1 1 2 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。ある実施の形態において、仮想空間は、例えば、背景、ユーザが操作可能なオブジェクト、およびユーザが選択可能なメニューの画像等を含む。ある実施の形態において、ディスプレイ 1 1 2 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ディスプレイまたは有機 E L (Electro-Luminescence) ディスプレイとして実現され得る。ディスプレイ 1 1 2 は、H M D 装置 1 1 0 の本体と一体に構成されてもよいし、別体として構成されてもよい。

【0 0 1 5】

10

20

30

40

50

ある局面において、ディスプレイ 112 は、右目用の画像を表示するためのサブディスプレイと、左目用の画像を表示するためのサブディスプレイとを含み得る。別の局面において、ディスプレイ 112 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、ディスプレイ 112 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。

【0016】

カメラ 116 は、HMD 装置 110 を装着するユーザの顔画像を取得する。カメラ 116 によって取得された顔画像は、画像解析処理によってユーザの表情を検知するために使用され得る。カメラ 116 は、例えば、瞳の動き、まぶたの開閉、および眉毛の動き等を検知するために、HMD 装置 110 本体に内蔵された赤外線カメラであってもよい。あるいは、カメラ 116 は、ユーザの口、頬、および顎等の動きを検知するために、図 1 に示されるように HMD 装置 110 の外側に配置された外付けカメラであってもよい。また、カメラ 116 は、上述した赤外線カメラおよび外付けカメラの両方によって構成されてもよい。

10

【0017】

マイク 118 は、ユーザが発した音声を取得する。マイク 118 によって取得された音声は、音声解析処理によってユーザの感情を検知するために使用され得る。当該音声は、仮想空間 2 に対して、音声による指示を与えるためにも使用され得る。また、当該音声は、ネットワーク 19 およびサーバ 150 等を介して、他のユーザが使用する HMD システムに送られ、当該 HMD システムに接続されたスピーカ等から出力されてもよい。これにより、仮想空間を共有するユーザ間での会話（チャット）が実現される。

20

【0018】

HMD センサ 120 は、複数の光源（図示しない）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 120 は、HMD 装置 110 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。HMD センサ 120 は、この機能を用いて、現実空間内における HMD 装置 110 の位置および傾きを検出する。

【0019】

なお、別の局面において、HMD センサ 120 は、カメラにより実現されてもよい。この場合、HMD センサ 120 は、カメラから出力される HMD 装置 110 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、HMD 装置 110 の位置および傾きを検出することができる。

30

【0020】

別の局面において、HMD 装置 110 は、位置検出器として、HMD センサ 120 の代わりに、センサ 114 を備えてもよい。HMD 装置 110 は、センサ 114 を用いて、HMD 装置 110 自身の位置および傾きを検出し得る。例えば、センサ 114 が角速度センサ、地磁気センサ、加速度センサ、あるいはジャイロセンサ等である場合、HMD 装置 110 は、HMD センサ 120 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 114 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 HMD 装置 110 の 3 軸周りの角速度を経時的に検出する。HMD 装置 110 は、各角速度に基づいて、HMD 装置 110 の 3 軸周りの角度の時間的变化を算出し、さらに、角度の時間的变化に基づいて、HMD 装置 110 の傾きを算出する。また、HMD 装置 110 は、透過型表示装置を備えていてもよい。この場合、当該透過型表示装置は、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。また、視界画像は仮想空間を構成する画像の一部に、現実空間を提示する構成を含んでいてもよい。例えば、HMD 装置 110 に搭載されたカメラで撮影した画像を視界画像の一部に重畳して表示させてもよいし、当該透過型表示装置の一部の透過率を高く設定することにより、視界画像の一部から現実空間を視認可能にしてもよい。

40

50

【 0 0 2 1 】

注視センサ 1 4 0 は、ユーザ 1 9 0 の右目および左目の視線が向けられる方向（視線方向）を検出する。当該方向の検出は、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 1 4 0 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 1 4 0 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 1 4 0 は、例えば、ユーザ 1 9 0 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 1 4 0 は、検出した各回転角に基づいて、ユーザ 1 9 0 の視線方向を検知することができる。

【 0 0 2 2 】

サーバ 1 5 0 は、コンピュータ 2 0 0 にプログラムを送信し得る。別の局面において、サーバ 1 5 0 は、他のユーザによって使用される H M D 装置に仮想現実を提供するための他のコンピュータ 2 0 0 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う場合、各コンピュータ 2 0 0 は、各ユーザの動作に基づく信号を他のコンピュータ 2 0 0 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。サーバ 1 5 0 は、一または複数のコンピュータ装置により構成され得る。サーバ 1 5 0 は、後述するコンピュータ 2 0 0 のハードウェア構成と同様のハードウェア構成（プロセッサ、メモリ、ストレージ等）を備え得る。

【 0 0 2 3 】

コントローラ 1 6 0 は、ユーザ 1 9 0 からコンピュータ 2 0 0 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 1 6 0 は、ユーザ 1 9 0 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 1 6 0 は、ユーザ 1 9 0 の身体あるいは衣類の一部に装着可能に構成される。別の局面において、コントローラ 1 6 0 は、コンピュータ 2 0 0 から送ら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。別の局面において、コントローラ 1 6 0 は、仮想空間に配置されるオブジェクトの位置および動き等を制御するためにユーザ 1 9 0 によって与えられる操作を受け付ける。

【 0 0 2 4 】

モーションセンサ 1 3 0 は、ある局面において、ユーザの手に取り付けられて、ユーザの手の動きを検出する。例えば、モーションセンサ 1 3 0 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 2 0 0 に送られる。モーションセンサ 1 3 0 は、例えば、手袋型のコントローラ 1 6 0 に設けられている。ある実施の形態において、現実空間における安全のため、コントローラ 1 6 0 は、手袋型のようにユーザ 1 9 0 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のが望ましい。別の局面において、ユーザ 1 9 0 に装着されないセンサがユーザ 1 9 0 の手の動きを検出してもよい。例えば、ユーザ 1 9 0 を撮影するカメラの信号が、ユーザ 1 9 0 の動作を表す信号として、コンピュータ 2 0 0 に入力されてもよい。モーションセンサ 1 3 0 とコンピュータ 2 0 0 とは、有線により、または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、B l u e t o o t h（登録商標）その他の公知の通信手法が用いられる。

【 0 0 2 5 】

〔 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 2 0 0 について説明する。図 2 は、一局面に従うコンピュータ 2 0 0 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 2 0 0 は、主たる構成要素として、プロセッサ 1 0 と、メモリ 1 1 と、ストレージ 1 2 と、入出力インターフェース 1 3 と、通信インターフェース 1 4 とを備える。各構成要素は、それぞれ、バス 1 5 に接続されている。

【 0 0 2 6 】

プロセッサ 1 0 は、コンピュータ 2 0 0 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 1 1 またはストレージ 1 2 に格納され

10

20

30

40

50

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 10 は、CPU (Central Processing Unit)、MPU (Micro Processor Unit)、FPGA (Field-Programmable Gate Array) その他のデバイスとして実現される。

【0027】

メモリ 11 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 12 からロードされる。メモリ 11 に保存されるデータは、コンピュータ 200 に入力されたデータと、プロセッサ 10 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 11 は、RAM (Random Access Memory) その他の揮発性メモリとして実現される。

【0028】

10

ストレージ 12 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 12 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、その他の不揮発性記憶装置として実現される。ストレージ 12 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、および他のコンピュータ 200 との通信を実現するためのプログラム等を含む。ストレージ 12 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。

【0029】

なお、別の局面において、ストレージ 12 は、メモ리카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 12 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、プログラムおよびデータ等の更新を一括して行うことが可能になる。

20

【0030】

ある実施の形態において、入出力インターフェース 13 は、HMD 装置 110、HMD センサ 120 またはモーションセンサ 130 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ース 13 は、USB (Universal Serial Bus) インターフェース、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。なお、入出力インターフェース 13 は上述のものに限られない。例えば、入出力インターフェース 13 は、Bluetooth (登録商標) 等の無線通信インターフェースを含み得る。

30

【0031】

ある実施の形態において、入出力インターフェース 13 は、さらに、コントローラ 160 と通信し得る。例えば、入出力インターフェース 13 は、モーションセンサ 130 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ース 13 は、プロセッサ 10 から出力された命令を、コントローラ 160 に送る。当該命令は、振動、音声出力、発光等をコントローラ 160 に指示する。コントローラ 160 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。

【0032】

40

通信インターフェース 14 は、ネットワーク 19 に接続されて、ネットワーク 19 に接続されている他のコンピュータ (例えば、サーバ 150) と通信する。ある局面において、通信インターフェース 14 は、例えば、LAN (Local Area Network) その他の有線通信インターフェース、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ースとして実現される。なお、通信インターフェース 14 は上述のものに限られない。

【0033】

ある局面において、プロセッサ 10 は、ストレージ 12 にアクセスし、ストレージ 12 に格納されている 1 つ以上のプログラムをメモリ 11 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

50

ーディングシステム、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、コントローラ 160 を用いて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 10 は、入出力インターフェース 13 を介して、仮想空間を提供するための信号を HMD 装置 110 に送る。HMD 装置 110 は、その信号に基づいてディスプレイ 112 に映像を表示する。

【0034】

サーバ 150 は、ネットワーク 19 を介して少なくとも一つの HMD システム 100 の各々の制御装置と接続される。図 2 に示される例では、サーバ 150 は、HMD 装置 110A を有する HMD システム 100A と、HMD 装置 110B を有する HMD システム 100B と、HMD 装置 110C を有する HMD システム 100C とを含む複数の HMD システム 100 を互いに通信可能に接続する。これにより、共通の仮想空間を用いた仮想体験が各 HMD システムを使用するユーザに提供される。なお、HMD システム 100A、HMD システム 100B、HMD システム 100C、およびその他の HMD システム 100 は、いずれも同様の構成を備える。ただし、各 HMD システム 100 は、互いに異なる機種であってもよいし、互いに異なる性能（処理性能、およびユーザ動作の検知に関する検知性能等）を有してもよい。

10

【0035】

なお、図 2 に示される例では、コンピュータ 200 が HMD 装置 110 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、HMD 装置 110 に内蔵されてもよい。一例として、ディスプレイ 112 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。

20

【0036】

また、コンピュータ 200 は、複数の HMD 装置 110 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。なお、このような場合、本実施形態における複数の HMD システム 100 は、入出力インターフェース 13 により、コンピュータ 200 に直接接続されてもよい。また、本実施形態におけるサーバ 150 の各機能（例えば後述する同期処理等）は、コンピュータ 200 に実装されてもよい。

【0037】

ある実施の形態において、HMD システム 100 では、グローバル座標系が予め設定されている。グローバル座標系は、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、ならびに、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。本実施の形態では、グローバル座標系は視点座標系の一つである。そこで、グローバル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、グローバル座標系において、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。

30

【0038】

ある局面において、HMD センサ 120 は、赤外線センサを含む。赤外線センサが、HMD 装置 110 の各光源から発せられた赤外線をそれぞれ検出すると、HMD 装置 110 の存在を検出する。HMD センサ 120 は、さらに、各点の値（グローバル座標系における各座標値）に基づいて、HMD 装置 110 を装着したユーザ 190 の動きに応じた、現実空間内における HMD 装置 110 の位置および傾きを検出する。より詳しくは、HMD センサ 120 は、経時的に検出された各値を用いて、HMD 装置 110 の位置および傾きの時間的变化を検出できる。

40

【0039】

グローバル座標系は現実空間の座標系と平行である。したがって、HMD センサ 120 によって検出された HMD 装置 110 の各傾きは、グローバル座標系における HMD 装置 110 の 3 軸周りの各傾きに相当する。HMD センサ 120 は、グローバル座標系にお

50

るHMD装置110の傾きに基づき、uvw視野座標系をHMD装置110に設定する。HMD装置110に設定されるuvw視野座標系は、HMD装置110を装着したユーザ190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。

【0040】

[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HMD装置110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120は、HMD装置110の起動時に、グローバル座標系におけるHMD装置110の位置および傾きを検出する。プロセッサ10は、検出された値に基づいて、uvw視野座標系をHMD装置110に設定する。

10

【0041】

図3に示されるように、HMD装置110は、HMD装置110を装着したユーザの頭部を中心（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、HMD装置110は、グローバル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、グローバル座標系内においてHMD装置110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、HMD装置110におけるuvw視野座標系のピッチ方向（u軸）、ヨー方向（v軸）、およびロール方向（w軸）として設定する。

【0042】

ある局面において、HMD装置110を装着したユーザ190が直立し、かつ、正面を視認している場合、プロセッサ10は、グローバル座標系に平行なuvw視野座標系をHMD装置110に設定する。この場合、グローバル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、HMD装置110におけるuvw視野座標系のピッチ方向（u軸）、ヨー方向（v軸）、およびロール方向（w軸）に一致する。

20

【0043】

uvw視野座標系がHMD装置110に設定された後、HMDセンサ120は、HMD装置110の動きに基づいて、設定されたuvw視野座標系におけるHMD装置110の傾き（傾きの変化量）を検出できる。この場合、HMDセンサ120は、HMD装置110の傾きとして、uvw視野座標系におけるHMD装置110のピッチ角（u）、ヨー角（v）、およびロール角（w）をそれぞれ検出する。ピッチ角（u）は、uvw視野座標系におけるピッチ方向周りのHMD装置110の傾き角度を表す。ヨー角（v）は、uvw視野座標系におけるヨー方向周りのHMD装置110の傾き角度を表す。ロール角（w）は、uvw視野座標系におけるロール方向周りのHMD装置110の傾き角度を表す。

30

【0044】

HMDセンサ120は、検出されたHMD装置110の傾き角度に基づいて、HMD装置110が動いた後のHMD装置110におけるuvw視野座標系を、HMD装置110に設定する。HMD装置110と、HMD装置110のuvw視野座標系との関係は、HMD装置110の位置および傾きに関わらず、常に一定である。HMD装置110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、グローバル座標系におけるHMD装置110のuvw視野座標系の位置および傾きが変化する。

40

【0045】

ある局面において、HMDセンサ120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、HMD装置110の現実空間内における位置を、HMDセンサ120に対する相対位置として特定してもよい。また、プロセッサ10は、特定された相対位置に基づいて、現実空間内（グローバル座標系）におけるHMD装置110のuvw視野座標系の原点を決定してもよい。

【0046】

[仮想空間]

50

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 2 を表現する一態様を概念的に表す図である。仮想空間 2 は、中心 2 1 の 3 6 0 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 2 のうちの上半分の天球が例示されている。仮想空間 2 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 2 に規定される X Y Z 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 2 0 0 は、仮想空間 2 に展開可能なコンテンツ（静止画、動画等）を構成する各部分画像を、仮想空間 2 において対応する各メッシュにそれぞれ対応付けて、ユーザによって視認可能な仮想空間画像 2 2 が展開される仮想空間 2 をユーザに提供する。

【 0 0 4 7 】

ある局面において、仮想空間 2 では、中心 2 1 を原点とする X Y Z 座標系が規定される。X Y Z 座標系は、例えば、グローバル座標系に平行である。X Y Z 座標系は視点座標系の一種であるため、X Y Z 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、X Y Z 座標系の X 軸（水平方向）がグローバル座標系の x 軸と平行であり、X Y Z 座標系の Y 軸（鉛直方向）がグローバル座標系の y 軸と平行であり、X Y Z 座標系の Z 軸（前後方向）がグローバル座標系の z 軸と平行である。仮想空間 2 内の各位置は、X Y Z 座標系における座標値によって一意に特定される。

【 0 0 4 8 】

H M D 装置 1 1 0 の起動時、すなわち H M D 装置 1 1 0 の初期状態において、仮想カメラ 1 は、例えば仮想空間 2 の中心 2 1 に配置される。仮想カメラ 1 は、現実空間における H M D 装置 1 1 0 の動きに連動して、仮想空間 2 を同様に移動する。これにより、現実空間における H M D 装置 1 1 0 の位置および傾きの変化が、仮想空間 2 において同様に再現される。

【 0 0 4 9 】

仮想カメラ 1 には、H M D 装置 1 1 0 の場合と同様に、u v w 視野座標系が規定される。仮想空間 2 における仮想カメラ 1 の u v w 視野座標系は、現実空間（グローバル座標系）における H M D 装置 1 1 0 の u v w 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、H M D 装置 1 1 0 の傾きが変化すると、それに応じて、仮想カメラ 1 の傾きも変化する。また、仮想カメラ 1 は、H M D 装置 1 1 0 を装着したユーザの現実空間における移動に連動して、仮想空間 2 において移動することもできる。

【 0 0 5 0 】

仮想カメラ 1 の向きは、仮想カメラ 1 の位置および傾きに依って決まるので、ユーザが仮想空間画像 2 2 を視認する際に基準となる視線（基準視線 5）は、仮想カメラ 1 の向きに依って決まる。コンピュータ 2 0 0 のプロセッサ 1 0 は、基準視線 5 に基づいて、仮想空間 2 における視界領域 2 3 を規定する。視界領域 2 3 は、仮想空間 2 のうち、H M D 装置 1 1 0 を装着したユーザの視界に対応する。

【 0 0 5 1 】

注視センサ 1 4 0 によって検出されるユーザ 1 9 0 の視線方向は、ユーザ 1 9 0 が物体を視認する際の視点座標系における方向である。H M D 装置 1 1 0 の u v w 視野座標系は、ユーザ 1 9 0 がディスプレイ 1 1 2 を視認する際の視点座標系に等しい。また、仮想カメラ 1 の u v w 視野座標系は、H M D 装置 1 1 0 の u v w 視野座標系に連動している。したがって、ある局面に従う H M D システム 1 0 0 は、注視センサ 1 4 0 によって検出されたユーザ 1 9 0 の視線方向を、仮想カメラ 1 の u v w 視野座標系におけるユーザの視線方向とみなすことができる。

【 0 0 5 2 】

[ユーザの視線]

図 5 を参照して、ユーザの視線方向の決定について説明する。図 5 は、ある実施の形態に従う H M D 装置 1 1 0 を装着するユーザ 1 9 0 の頭部を上から表した図である。

【 0 0 5 3 】

ある局面において、注視センサ 140 は、ユーザ 190 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 190 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 190 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、ロール方向 w に対して視線 R2 および L2 がなす角度は、ロール方向 w に対して視線 R1 および L1 がな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。

【0054】

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 190 の視線方向 N0 を特定する。コンピュータ 200 は、例えば、ユーザ 190 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、視線方向 N0 として検出する。視線方向 N0 は、ユーザ 190 が両目により実際に視線を向けている方向である。また、視線方向 N0 は、視界領域 23 に対してユーザ 190 が実際に視線を向けている方向に相当する。

10

【0055】

また、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 2 においてテレビ番組を表示することができる。

20

【0056】

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。

【0057】

[視界領域]

図 6 および図 7 を参照して、視界領域 23 について説明する。図 6 は、仮想空間 2 において視界領域 23 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 2 において視界領域 23 を Y 方向から見た XZ 断面を表す図である。

30

【0058】

図 6 に示されるように、YZ 断面における視界領域 23 は、領域 24 を含む。領域 24 は、仮想カメラ 1 の基準視線 5 と仮想空間 2 の YZ 断面とによって定義される。プロセッサ 10 は、仮想空間 2 における基準視線 5 を中心として極角 を含む範囲を、領域 24 として規定する。

【0059】

図 7 に示されるように、XZ 断面における視界領域 23 は、領域 25 を含む。領域 25 は、基準視線 5 と仮想空間 2 の XZ 断面とによって定義される。プロセッサ 10 は、仮想空間 2 における基準視線 5 を中心とした方位角 を含む範囲を、領域 25 として規定する。

40

【0060】

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、視界画像をディスプレイ 112 に表示させることにより、ユーザ 190 に仮想空間を提供する。視界画像は、仮想空間画像 22 のうち視界領域 23 に重畳する部分に相当する。視界領域 23 内において仮想カメラ 1 と仮想空間画像 22 との間に後述する仮想オブジェクトが配置されている場合、視界画像には当該仮想オブジェクトが含まれる。すなわち、視界画像において、仮想空間画像 22 よりも手前側にある仮想オブジェクトが仮想空間画像 22 に重畳して表示される。ユーザ 190 が、頭に装着した HMD 装置 110 を動かすと、その動きに連動して仮想カメラ 1 も動く。その結果、仮想空間 2 における視界領域 23 の位置が変化する。これにより、ディスプレイ 112 に表示される視界画像は、仮想空間画像 22 のうち、仮想空間 2 においてユーザが向いた方向の視界領域 23 に重畳する

50

画像に更新される。ユーザは、仮想空間 2 における所望の方向を視認することができる。

【0061】

ユーザ 190 は、HMD 装置 110 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 2 に展開される仮想空間画像 22 のみを視認できる。そのため、HMD システム 100 は、仮想空間 2 への高い没入感をユーザに与えることができる。

【0062】

ある局面において、プロセッサ 10 は、HMD 装置 110 を装着したユーザ 190 の現実空間における移動に連動して、仮想空間 2 において仮想カメラ 1 を移動し得る。この場合、プロセッサ 10 は、仮想空間 2 における仮想カメラ 1 の位置および傾きに基づいて、HMD 装置 110 のディスプレイ 112 に投影される画像領域（すなわち、仮想空間 2 における視界領域 23）を特定する。すなわち、仮想カメラ 1 によって、仮想空間 2 におけるユーザ 190 の視野（視界）が定義される。

【0063】

ある実施の形態に従うと、仮想カメラ 1 は、二つの仮想カメラ、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むことが望ましい。また、ユーザ 190 が 3 次元の仮想空間 2 を認識できるように、適切な視差が、二つの仮想カメラに設定されていることが好ましい。本実施の形態においては、仮想カメラ 1 が二つの仮想カメラを含み、二つの仮想カメラのロール方向が合成されることによって生成されるロール方向（w）が HMD 装置 110 のロール方向（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。

【0064】

〔コントローラ〕

図 8 を参照して、コントローラ 160 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 160 の概略構成を表す図である。

【0065】

図 8 の状態（A）に示されるように、ある局面において、コントローラ 160 は、右コントローラ 160 R と左コントローラ（図示しない）とを含み得る。右コントローラ 160 R は、ユーザ 190 の右手で操作される。左コントローラは、ユーザ 190 の左手で操作される。ある局面において、右コントローラ 160 R 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 190 は、右コントローラ 160 R 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 160 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 160 R について説明する。

【0066】

右コントローラ 160 R は、グリップ 30 と、フレーム 31 と、天面 32 とを備える。グリップ 30 は、ユーザ 190 の右手によって把持されるように構成されている。例えば、グリップ 30 は、ユーザ 190 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。

【0067】

グリップ 30 は、ボタン 33、34 と、モーションセンサ 130 とを含む。ボタン 33 は、グリップ 30 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 34 は、グリップ 30 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 33、34 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 130 は、グリップ 30 の筐体に内蔵されている。なお、ユーザ 190 の動作がカメラその他の装置によってユーザ 190 の周りから検出可能である場合には、グリップ 30 は、モーションセンサ 130 を備えなくてもよい。

【0068】

フレーム 31 は、その円周方向に沿って配置された複数の赤外線 LED 35 を含む。赤外線 LED 35 は、コントローラ 160 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 LED 35 から発せられた赤外線は、右コ

10

20

30

40

50

ントローラ 160R と左コントローラとの各位置および姿勢（傾き、向き）等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 LED 35 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。

【0069】

天面 32 は、ボタン 36、37 と、アナログスティック 38 とを備える。ボタン 36、37 は、プッシュ式ボタンとして構成される。ボタン 36、37 は、ユーザ 190 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 38 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、例えば、仮想空間 2 に配置されるオブジェクトを移動させるための操作を含む。

10

【0070】

ある局面において、右コントローラ 160R および左コントローラは、赤外線 LED 35 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、乾電池型等を含むが、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 160R および左コントローラは、例えば、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 160R および左コントローラは、電池を必要としない。

【0071】

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 190 の右手 810 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 190 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。

20

【0072】

[HMD 装置の制御装置]

図 9 を参照して、HMD 装置 110 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 9 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すブロック図である。

【0073】

図 9 に示されるように、コンピュータ 200 は、表示制御モジュール 220 と、仮想空間制御モジュール 230 と、メモリモジュール 240 と、通信制御モジュール 250 とを備える。表示制御モジュール 220 は、サブモジュールとして、仮想カメラ制御モジュール 221 と、視界領域決定モジュール 222 と、視界画像生成モジュール 223 と、基準視線特定モジュール 224 とを含む。仮想空間制御モジュール 230 は、サブモジュールとして、仮想空間定義モジュール 231 と、仮想オブジェクト制御モジュール 232 と、フィードバックモジュール 233 とを含む。

30

【0074】

ある実施の形態において、表示制御モジュール 220 と仮想空間制御モジュール 230 とは、プロセッサ 10 によって実現される。別の実施の形態において、複数のプロセッサ 10 が表示制御モジュール 220 と仮想空間制御モジュール 230 として作動してもよい。メモリモジュール 240 は、メモリ 11 またはストレージ 12 によって実現される。通信制御モジュール 250 は、通信インターフェース 14 によって実現される。

40

【0075】

ある局面において、表示制御モジュール 220 は、HMD 装置 110 のディスプレイ 112 における画像表示を制御する。仮想カメラ制御モジュール 221 は、仮想空間 2 に仮想カメラ 1 を配置し、仮想カメラ 1 の挙動、向き等を制御する。視界領域決定モジュール 222 は、HMD 装置 110 を装着したユーザの頭の向きに応じて、視界領域 23 を規定する。視界画像生成モジュール 223 は、決定された視界領域 23 に基づいて、ディスプレイ 112 に表示される視界画像を生成する。基準視線特定モジュール 224 は、注視センサ 140 からの信号に基づいて、ユーザ 190 の視線を特定する。

50

【 0 0 7 6 】

仮想空間制御モジュール 2 3 0 は、ユーザ 1 9 0 に提供される仮想空間 2 を制御する。仮想空間定義モジュール 2 3 1 は、仮想空間 2 を表す仮想空間データを生成することにより、HMD システム 1 0 0 における仮想空間 2 を規定する。

【 0 0 7 7 】

仮想オブジェクト制御モジュール 2 3 2 は、後述するオブジェクト情報 2 4 2 に基づいて、仮想空間 2 に配置される仮想的なオブジェクトである仮想オブジェクトを生成する。また、仮想オブジェクト制御モジュール 2 3 2 は、仮想空間 2 における仮想オブジェクトの動作（移動および状態変化等）も制御する。

【 0 0 7 8 】

仮想オブジェクトは、仮想空間 2 に配置されるオブジェクト全般である。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。また、仮想オブジェクトは、仮想空間 2 におけるユーザ 1 9 0 の分身としてのアバターおよびユーザ 1 9 0 により操作されるゲームのキャラクタ（プレイヤーキャラクタ）等のキャラクタオブジェクトを含み得る。さらに、仮想オブジェクトは、ユーザが操作可能な対象として予め設定されたオブジェクトである操作オブジェクトも含み得る。すなわち、操作オブジェクトはユーザに関連付けられた仮想オブジェクトである。操作オブジェクトは、キャラクタオブジェクトの少なくとも一部（例えばアバターの手の部分）に相当するオブジェクトであってもよいし、アバターまたはキャラクタが持つ道具（例えば武器）に相当するオブジェクトであってもよい。あるいは、操作オブジェクトは、アバターまたはキャラクタから放たれる物体（例えば、ボール等の固形物）に相当するオブジェクトであってもよい。あるいは、操作オブジェクトは、アバターまたはキャラクタが持つ道具から放たれる物体（例えば、銃弾や矢などの固形物）に相当するオブジェクトであってもよい。さらに、仮想オブジェクトは、仮想空間 2 においてユーザ 1 9 0 が標的（操作オブジェクトを当てる目標）として認識する標的オブジェクトを含み得る。標的の例として、敵キャラクタ、障害物等が挙げられる。なお、以下の説明において、誤解が生じない場合には、仮想オブジェクトのことを単に「オブジェクト」と表記する。

【 0 0 7 9 】

仮想空間制御モジュール 2 3 0 は、仮想空間 2 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。ある局面では、仮想空間制御モジュール 2 3 0 は操作オブジェクトと標的オブジェクトとの衝突を検出する。仮想空間制御モジュール 2 3 0 は、例えば、あるオブジェクトと別の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、当該検出がされたときに、予め定められた処理を行う。仮想空間制御モジュール 2 3 0 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う。仮想空間制御モジュール 2 3 0 は、例えばオブジェクト毎に設定されたコリジョンエリアに基づく公知の当たり判定を実行することにより、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。

【 0 0 8 0 】

フィードバックモジュール 2 3 3 は、仮想空間制御モジュール 2 3 0 により操作オブジェクトと標的オブジェクトとの衝突が検出された場合に、その衝突に基づく標的オブジェクトのフィードバック動作を示すフィードバック情報をリアルタイムに生成する。フィードバック動作とは、操作オブジェクトと標的オブジェクトとの衝突により発生する標的オブジェクトの動作である。「フィードバック情報をリアルタイムに生成する」とは、衝突が検出される前には存在しないフィードバック情報を、衝突の検出を契機として生成し始めることをいう。フィードバックモジュール 2 3 3 はそのフィードバック情報に基づいて標的オブジェクトの動作を制御する。したがって、操作オブジェクトとの衝突が検出された場合には、標的オブジェクトは仮想オブジェクト制御モジュール 2 3 2 およびフィードバックモジュール 2 3 3 の双方により制御され得る。

【 0 0 8 1 】

メモリモジュール 240 は、コンピュータ 200 が仮想空間 2 をユーザ 190 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 240 は、空間情報 241 と、オブジェクト情報 242 と、ユーザ情報 243 とを保持している。空間情報 241 には、例えば、仮想空間 2 を提供するために規定された 1 つ以上のテンプレートが含まれている。オブジェクト情報 242 には、例えば、仮想空間 2 において再生されるコンテンツ、当該コンテンツで使用されるオブジェクトを配置するための情報等が含まれている。当該コンテンツは、例えば、ゲーム、現実社会と同様の風景を表したコンテンツ等を含み得る。オブジェクト情報 242 には、各オブジェクトを描画するための描画情報も含まれている。また、オブジェクト情報 242 は、各オブジェクトに関連付けられた属性を示す属性情報も含み得る。オブジェクトの属性情報としては、例えば当該オブジェクトの種類（例えばアバター等）を示す情報、およびオブジェクトが可動物（可動オブジェクト）であるか固定物（固定オブジェクト）であるかを示す情報等が挙げられる。ユーザ情報 243 には、例えば、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、オブジェクト情報 242 に保持される各コンテンツを使用するアプリケーションプログラム等が含まれている。

10

20

30

40

50

【0082】

メモリモジュール 240 に格納されているデータおよびプログラムは、HMD 装置 110 のユーザによって入力される。あるいは、プロセッサ 10 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 150）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 240 に格納する。

【0083】

通信制御モジュール 250 は、ネットワーク 19 を介して、サーバ 150 その他の情報通信装置と通信し得る。

【0084】

ある局面において、表示制御モジュール 220 および仮想空間制御モジュール 230 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、表示制御モジュール 220 および仮想空間制御モジュール 230 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。

【0085】

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 10 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 240 に予め格納されている場合がある。また、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 250 を介してサーバ 150 その他のコンピュータからダウンロードされた後、メモリモジュール 240 に一旦格納される。そのソフトウェアは、プロセッサ 10 によってメモリモジュール 240 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 10 は、そのプログラムを実行する。

【0086】

図 9 に示されるコンピュータ 200 を構成するハードウェアは、一般的なものである。したがって、本実施の形態に係る最も本質的な部分は、コンピュータ 200 に格納されたプログラムであるともいえる。なお、コンピュータ 200 のハードウェアの動作は周知であるので、詳細な説明は繰り返さない。

【0087】

なお、データ記録媒体としては、CD-ROM、FD（Flexible Disk）、ハードディスクに限られず、磁気テープ、カセットテープ、光ディスク（MO（Magnetic Optical

Disc) / M D (Mini Disc) / D V D (Digital Versatile Disc))、I C (Integrated Circuit) カード (メモ리카ードを含む)、光カード、マスク R O M、E P R O M (Erasable Programmable Read-Only Memory)、E E P R O M (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)、フラッシュ R O M などの半導体メモリ等の固定的にプログラムを担持する不揮発性のデータ記録媒体でもよい。

【 0 0 8 8 】

ここでいうプログラムとは、プロセッサ 1 0 により直接実行可能なプログラムだけでなく、ソースプログラム形式のプログラム、圧縮処理されたプログラム、暗号化されたプログラム等を含み得る。

【 0 0 8 9 】

[制御構造]

図 1 0 を参照して、本実施の形態に係るコンピュータ 2 0 0 の制御構造について説明する。図 1 0 は、ユーザ 1 9 0 A によって使用される H M D システム 1 0 0 A がユーザ 1 9 0 A に仮想空間 2 を提供するために実行する処理を表すシーケンス図である。複数の H M D システム 1 0 0 が存在する場合には、他の H M D システム 1 0 0 B , 1 0 0 C においても、同様の処理が実行される。

【 0 0 9 0 】

ステップ S 1 において、コンピュータ 2 0 0 のプロセッサ 1 0 は、仮想空間定義モジュール 2 3 1 として、仮想空間 2 の背景を構成する仮想空間画像データ (仮想空間画像 2 2) を特定し、仮想空間 2 を定義する。プロセッサ 1 0 は、その仮想空間 2 を規定する仮想空間データを生成する。

【 0 0 9 1 】

ステップ S 2 において、プロセッサ 1 0 は、仮想カメラ制御モジュール 2 2 1 として、仮想カメラ 1 を初期化する。例えば、プロセッサ 1 0 は、メモリのワーク領域において、仮想カメラ 1 を仮想空間 2 において予め規定された中心点に配置し、仮想カメラ 1 の視線をユーザ 1 9 0 が向いている方向に向ける。

【 0 0 9 2 】

ステップ S 3 において、プロセッサ 1 0 は、視界画像生成モジュール 2 2 3 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。プロセッサ 1 0 は、少なくとも仮想空間データに基づいて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、視界画像生成モジュール 2 2 3 を介して通信制御モジュール 2 5 0 によって H M D 装置 1 1 0 に送られる。

【 0 0 9 3 】

ステップ S 4 において、H M D 装置 1 1 0 のディスプレイ 1 1 2 は、コンピュータ 2 0 0 から受信した信号に基づいて、視界画像を表示する。H M D 装置 1 1 0 A を装着したユーザ 1 9 0 A は、視界画像を視認すると仮想空間 2 を認識し得る。

【 0 0 9 4 】

ステップ S 5 において、H M D センサ 1 2 0 は、H M D 装置 1 1 0 から発信される複数の赤外線光に基づいて、H M D 装置 1 1 0 の位置および傾きを検知する。検知結果は、動き検知データとして、コンピュータ 2 0 0 に送られる。

【 0 0 9 5 】

ステップ S 6 において、プロセッサ 1 0 は、視界領域決定モジュール 2 2 2 として、H M D 装置 1 1 0 A の位置と傾きとに基づいて、H M D 装置 1 1 0 A を装着したユーザ 1 9 0 A の視界方向 (すなわち、仮想カメラ 1 の位置および傾き) を特定する。プロセッサ 1 0 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 2 にオブジェクトを配置する。

【 0 0 9 6 】

ステップ S 7 において、コントローラ 1 6 0 は、現実空間におけるユーザ 1 9 0 A の操作を検出する。例えば、ある局面において、コントローラ 1 6 0 は、ユーザ 1 9 0 A によってボタンが押下されたことを検出する。別の局面において、コントローラ 1 6 0 は、ユ

10

20

30

40

50

ーザ１９０Ａの両手の動作（たとえば、両手を振る等）を検出する。検出内容を示す信号は、コンピュータ２００に送られる。

【００９７】

ステップＳ８において、プロセッサ１０は、仮想オブジェクト制御モジュール２３２およびフィードバックモジュール２３３の少なくとも一方として、各仮想オブジェクトの動作を制御する。ある局面では、プロセッサ１０は操作オブジェクトおよび標的オブジェクトの少なくとも一方の動作を制御する。

【００９８】

ステップＳ９において、プロセッサ１０は、視界画像生成モジュール２２３として、ステップＳ８の処理結果と仮想空間データとに基づく視界画像を表示するための視界画像データを生成し、生成した視界画像データをＨＭＤ装置１１０に出力する。

10

【００９９】

ステップＳ１０において、ＨＭＤ装置１１０のディスプレイ１１２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表示する。

【０１００】

〔衝突時の制御〕

図１１は、ある実施の形態に従うＨＭＤ装置１１０上に表される視界画像３００の一例を表す図である。ユーザ１９０はＨＭＤ装置１１０を介してこの視界画像３００を視認することができる。図１１の例では、視界画像３００は、ユーザ１９０により操作されるキャラクタの手（仮想手）を表す手オブジェクト３０１と、その手に握られた武器（剣）を表す操作オブジェクト３０２と、敵キャラクタを表す標的オブジェクト４００とを含む。ユーザ１９０はコントローラ１６０を介して剣（操作オブジェクト３０２）を操作することで敵キャラクタ（標的オブジェクト４００）を攻撃する。コンピュータ２００は、操作オブジェクト３０２と標的オブジェクト４００との衝突を判定し、その衝突が発生した場合には、標的オブジェクト４００のうち、操作オブジェクト３０２が当たった部位を少なくとも含む部分の動作を制御する。この演出により、ユーザ１９０は、仮想空間２の中で敵キャラクタと対戦している時に、敵キャラクタのどの部位に自分の武器が当たったかを一目で把握することができる。

20

【０１０１】

図１２を参照しながら、操作オブジェクト３０２と標的オブジェクト４００との衝突に関する制御をさらに詳しく説明する。図１２は、ある実施の形態に従う仮想オブジェクトの制御を表すフローチャートである。

30

【０１０２】

ステップＳ２１において、ＨＭＤシステム１００のプロセッサ１０（以下単に「プロセッサ１０」という）は仮想空間定義モジュール２３１として機能し、操作オブジェクト３０２と標的オブジェクト４００とを含む仮想空間２を定義する。この処理は、図１０に示すステップＳ１の処理に対応し得る。具体的には、プロセッサ１０は空間情報２４１、オブジェクト情報２４２、およびユーザ情報２４３のうち少なくとも一種の情報をメモリモジュール２４０から読み出す。そして、プロセッサ１０は読み出した情報に基づいて、仮想空間２を定義する仮想空間データを生成することにより、仮想空間２を規定する。あるいは、プロセッサ１０は、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１５０）から予めダウンロードされたプログラムおよびデータ（仮想空間画像データ、オブジェクトの描画および初期配置等に関する情報）にも基づいて仮想空間データを生成してもよい。

40

【０１０３】

操作オブジェクト３０２と標的オブジェクト４００との衝突を演出するための標的オブジェクト４００の定義および構成についてさらに詳しく説明する。図１３は、ある実施の形態に従う標的オブジェクト４００の定義および構成の例を表す図である。標的オブジェクト４００は、骨格を構成する個々のボーン（骨）４０１に外観デザインを適用することで（すなわち、個々のボーンを肉付けすることで）形成される。標的オブジェクト４００

50

は複数の部位で構成され、一つの部位は一つのボーン 401 に対応する。隣接する二つのボーン 401 はジョイント（関節）402 で接続される。個々のボーン 401 はジョイント 402 を支点として所定の自由度で動くことができるようにプログラムされる。

【0104】

標的オブジェクト 400 のオブジェクト情報 242 は、ボーン 401 およびジョイント 402 を定義する骨格情報と、ボーン 401 に適用される外観デザインを定義する外観情報と、各部位の予め定められた動作を定義するモーション情報とを含み得る。モーション情報は、ボーン 401 およびジョイント 402 の予め定められた動きを定義する情報であるともいえる。ステップ S21 において、プロセッサ 10 は、表示しようとする標的オブジェクト 400 の骨格情報および外観情報をメモリモジュール 240 から読み出し、これらの骨格情報に基づいて標的オブジェクトを定義する。

10

【0105】

図 12 に戻り、ステップ S22 において、プロセッサ 10 は視界画像生成モジュール 223 として機能し、仮想空間データに基づいて、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し、この視界画像データを HMD 装置 110 に出力（送信）する。HMD 装置 110 はその視界画像データを処理して視界画像 300 を表示する。この処理は図 10 でのステップ S3, S4 に対応し得る。この結果、ユーザ 190 は、手オブジェクト 301、操作オブジェクト 302、および標的オブジェクト 400 が描画された視界画像 300 を視認することができる。

【0106】

20

ステップ S23 において、プロセッサ 10 は仮想オブジェクト制御モジュール 232 として機能し、仮想空間 2 における標的オブジェクト 400 の動作をモーション情報に基づいて更新する。この処理は図 10 でのステップ S8 に対応し得る。標的オブジェクト 400 の動作の更新とは、仮想空間 2 における標的オブジェクト 400 の動作を示す値を新たな値に変更することであり、より具体的には、標的オブジェクト 400 の位置および姿勢に関する値を変更することである。プロセッサ 10 は表示している標的オブジェクト 400 のモーション情報をメモリモジュール 240 から読み出し、そのモーション情報に基づいて標的オブジェクト 400 の新たな動作を決定する。続いてプロセッサ 10 は決定した動作を示す動き情報を生成する。

【0107】

30

標的オブジェクトの動作を制御する一方で、プロセッサ 10 は操作オブジェクト 302 の動作も制御する。ステップ S24 において、プロセッサ 10 は仮想オブジェクト制御モジュール 232 として機能し、コントローラ 160 から送られてきた信号を処理することで操作オブジェクト 302 の動作を更新する。この処理は図 10 でのステップ S7, S8 に対応し得る。操作オブジェクト 302 の動作の更新とは、仮想空間 2 における操作オブジェクト 302 の動作を示す値を新たな値に変更することであり、より具体的には、操作オブジェクト 302 の位置および姿勢に関する値を変更することである。プロセッサ 10 は操作オブジェクト 302 の新たな動作を示す動き情報を生成する。

【0108】

ステップ S25 において、プロセッサ 10 は視界画像生成モジュール 223 として機能し、仮想オブジェクト（操作オブジェクト 302 および標的オブジェクト 400 の少なくとも一方）についての新たな動きを表示するための視界画像データを動き情報に基づいて生成し、その視界画像データを HMD 装置 110 に出力（送信）する。HMD 装置 110 はその視界画像データを処理して視界画像 300 を更新する。これらの処理は図 10 でのステップ S9, S10 に対応し得る。この結果、視界画像 300 内では、標的オブジェクト 400 が予め定められた動作を行い、または、操作オブジェクト 302 がユーザの操作に応じて動く。

40

【0109】

ステップ S26 において、プロセッサ 10 は仮想空間制御モジュール 230 として機能し、仮想空間 2 において操作オブジェクト 302 と標的オブジェクト 400 とが衝突した

50

か否かを判定する。その衝突を検出しない場合には（ステップS 2 6においてN O）、プロセッサ1 0はステップS 2 3～S 2 5の処理を繰り返す。もし衝突を検出した場合には（ステップS 2 6においてY E S）、処理はステップS 2 7に進む。

【0 1 1 0】

ステップS 2 7において、プロセッサ1 0はフィードバックモジュール2 3 3として機能し、発生した衝突に基づく標的オブジェクト4 0 0のフィードバック情報を生成する。この処理は図1 0でのステップS 8に対応し得る。

【0 1 1 1】

図1 4および図1 5を参照しながら、フィードバック情報の生成についてさらに詳しく説明する。図1 4は、ある実施の形態に従うフィードバック情報の生成を表すフローチャートである。図1 5は、ある実施の形態に従う標的オブジェクト4 0 0のフィードバック動作の計算方法を表す図であり、より具体的には、標的オブジェクト4 0 0の右手に操作オブジェクト3 0 2が当たった場合のフィードバック動作の計算方法を表す。図1 5では、標的オブジェクト4 0 0を構成する部位として手、前腕、上腕、および胸を特に示す。これらの部位に対応するボーンをそれぞれ手ボーン4 1 1、前腕ボーン4 1 2、上腕ボーン4 1 3、および胸ボーン4 1 4という。

【0 1 1 2】

ステップS 2 7 1において、プロセッサ1 0は操作オブジェクト3 0 2と標的オブジェクト4 0 0との衝突に関するパラメータを衝突パラメータとして取得する。ある局面では、衝突パラメータは、標的オブジェクト4 0 0における衝突点と、標的オブジェクト4 0 0における衝突部位と、衝突時の操作オブジェクト3 0 2の運動を示すヒットベクトルとを含む。プロセッサ1 0は、標的オブジェクト4 0 0のうち、操作オブジェクト3 0 2が当たった位置を衝突点として特定する。この衝突点は、例えば座標により表されてもよい。また、プロセッサ1 0は、標的オブジェクト4 0 0を構成する複数の部位のうち、操作オブジェクト3 0 2が当たった部位を衝突部位として特定する。衝突部位は部位の識別子または座標により表されてもよい。さらにプロセッサ1 0は、標的オブジェクト4 0 0と衝突した時点における操作オブジェクト3 0 2の移動方向および衝突の大きさ（衝撃力）を示すヒットベクトルを算出する。ヒットベクトルの終点は衝突点である。図1 5では、衝突点をH Pという符号で示し、ヒットベクトルをH Vという符号で示している。

【0 1 1 3】

ステップS 2 7 2において、プロセッサ1 0は、モーション情報を用いることなく、衝突パラメータに基づいて衝突部位の動作を算出する。個々の部位はボーンに外観デザインを適用することで生成されるので、部位の動作を求めるためには該部位に対応するボーンの動作を求めればよい。したがって、部位の動作を求めることはボーンの動作を求めることと同義であるともいえる。

【0 1 1 4】

図1 5の例では、衝突部位は手なので、プロセッサ1 0はまず手ボーン4 1 1の動作を算出する。具体的には、プロセッサ1 0は、手ボーン4 1 1に対応するジョイントから衝突点H Pに至るジョイントベクトルを算出する。一つのボーンには二つのジョイントが対応し得るが、プロセッサ1 0は、ジョイントベクトルの始点となるジョイントを任意の手法で選択してもよい。図1 5の例では、プロセッサ1 0は、他のボーンである前腕ボーン4 1 2と接続しているジョイント4 2 1を選択し、ジョイント4 2 1から衝突点H Pに至るジョイントベクトル5 1 1を算出してもよい。続いて、プロセッサ1 0はそのジョイントベクトル5 1 1とヒットベクトルH Vとの外積を計算することで回転モーメントを求め、この回転モーメントと手の仮想質量とに基づいて手ボーン4 1 1の角加速度を求める。そして、プロセッサ1 0はその角加速度に基づいて手ボーン4 1 1の角速度を求め、この角速度に基づいて手ボーン4 1 1の動作を計算する。例えば、プロセッサ1 0はその角速度に基づいて手ボーン4 1 1の振動5 2 1を求める。プロセッサ1 0は、算出した動作を手ボーン4 1 1のフィードバック情報（すなわち、手のフィードバック情報）として保持する。

10

20

30

40

50

【0115】

ここで、標的オブジェクト400のボーン（部位）の振動とは、操作オブジェクト302と衝突した時点での当該ボーン（部位）の位置を中心軸として、当該ボーン（部位）がその中心軸を跨ぎながら往復動することをいう。すなわち、ボーン（部位）の振動とは、当該中心軸を挟んでボーン（部位）が振り子のように動くことをいう。単にボーンが所定の角度＋だけ動いて元の場所に戻るだけの動きでは振動らしさを良好に表現できない。ボーンをある方向に所定の角度＋だけ動かし、そのボーンを元の位置に戻し、次いでそのボーンを反対方向に所定の角度－（ $| + | - |$ ）だけ動かし、そして元の位置に戻すようにボーンを制御することで、振動の雰囲気を目視的に且つ良好にユーザ190に提供することができる。

10

【0116】

振動は、衝突部位と、必要であれば該衝突部位の近傍の部位とにおける動作であり、標的オブジェクト400の姿勢を変化させる動作ではない。すなわち、標的オブジェクト400の姿勢は、一部の部位が振動している場合にも変化しない。例えば、図15に示す例のように手または足が振動したとしても、プロセッサ10は、体幹に相当するボーン（例えば、背骨に相当するボーン）を動かさない。

【0117】

プロセッサ10は、衝突部位だけでなく、衝突部位と直接にまたは間接的に接続する他の部位についても動作を計算してもよい。本開示では、当該他の部位をホップ数の概念を用いて表す。本開示におけるホップ数とは、他の部位が衝突部位からどのくらい離れているかを示す数値であり、衝突部位から他の部位に至るまでに経由するジョイントの最小個数で表される。図15の例では、手と直接に接続する前腕は、手から1ホップだけ離れた部位に相当する。前腕を介して手と間接的に接続する上腕は、手から2ホップだけ離れた部位に相当する。前腕および上腕を介して手と間接的に接続する胸は、手から3ホップだけ離れた部位に相当する。以下では、ホップ数を変数*i*で表す。

20

【0118】

ステップS273において、プロセッサ10はホップ数*i*を1にセットする。

【0119】

ステップS274において、プロセッサ10は衝突部位から1ホップ離れた部位を追加の対象部位（以下では単に「対象部位」という）として特定する。図15の例では、プロセッサ10は前腕を対象部位として特定する。

30

【0120】

ステップS275において、プロセッサ10は対象部位の動作を計算するか否かを判定する。プロセッサ10は、ヒットベクトルHVで示される衝撃力が対象部位に及ぶ場合には、当該対象部位の動作を計算すると判定し、当該衝撃力が対象部位に及ばない場合には、その計算を実行しないと判定する。本開示では、プロセッサ10は、衝突部位における衝撃力を1として、対象部位に伝わる衝撃力を求める。衝突部位以外の対象部位に伝わる衝撃力は0以上1未満である。プロセッサ10は、対象部位における衝撃力が0より大きければその対象部位の動作を計算すると判定し、その衝撃力が0である場合には、対象部位の動作を計算しないと判定する。

40

【0121】

プロセッサ10は、衝突部位から離れた部位ほどヒットベクトルHVを減衰させることで、衝突部位以外の各部位の衝撃力を求める。ヒットベクトルHVの減衰とは、ヒットベクトルHVの大きさ、すなわち衝撃力を減少させることをいう。衝突部位に応じた各部位でのヒットベクトルHVの減衰度はオブジェクト情報242の一部として予め設定されている。この場合には、プロセッサ10はそのオブジェクト情報242を読み出すことで、衝突部位に応じた各部位の衝撃力を求める。あるいは、プロセッサ10は、ヒットベクトルHVで示される衝撃力と、対象部位のパラメータ（位置、寸法、仮想質量など）と、衝突部位から対象部位までの距離との少なくとも一つに基づいてリアルタイムに減衰度を計算してもよい。

50

【 0 1 2 2 】

図 1 5 に示すモデルでは、例えば前腕、上腕、および胸での衝撃力がそれぞれ 0 . 8、0 . 4、0 . 1 であってもよい。あるいは、前腕、上腕、および胸での衝撃力がそれぞれ 0 . 9、0 . 4、0 であってもよい。衝突部位から n ホップ離れた部位での衝撃力が 0 である場合には、衝突部位から $(n + 1)$ ホップ以上離れた部位の衝撃力も 0 である。

【 0 1 2 3 】

ステップ S 2 7 5 において Y E S である場合には、処理はステップ S 2 7 6 に進む。このステップ S 2 7 6 において、プロセッサ 1 0 は、モーション情報を用いることなく、衝突パラメータに基づいて対象部位の動作を計算する。この段階ではホップ数 i は 1 なので、図 1 5 の例では、プロセッサ 1 0 は前腕の動作を計算する。具体的には、プロセッサ 1 0 は、前腕ボーン 4 1 2 の両端に位置するジョイント 4 2 1、4 2 2 のうち、手ボーン 4 1 1 に対応するジョイントとして選択されなかったジョイント 4 2 2 を、前腕ボーン 4 1 2 に対応するジョイントとして選択する。そして、プロセッサ 1 0 は、ジョイント 4 2 2 から衝突点 H P に至るジョイントベクトル 5 1 2 を算出する。また、プロセッサ 1 0 は、ヒットベクトル H V を減衰させることで、前腕ボーン 4 1 2 に伝わるヒットベクトル H V の大きさ（衝撃力）を求める。続いて、プロセッサ 1 0 はジョイントベクトル 5 1 2 と減衰させたヒットベクトル H V との外積を計算することで回転モーメントを求め、この回転モーメントと前腕の仮想質量とに基づいて前腕ボーン 4 1 2 の角加速度を求める。そして、プロセッサ 1 0 はその角加速度に基づいて前腕ボーン 4 1 2 の角速度を求め、この角速度に基づいて前腕ボーン 4 1 2 の動作（例えば振動 5 2 2）を計算する。プロセッサ 1 0 は、算出した動作を前腕ボーン 4 1 2 のフィードバック情報（すなわち、前腕のフィードバック情報）として保持する。

【 0 1 2 4 】

ステップ S 2 7 7 において、プロセッサ 1 0 はホップ数を 1 だけ増分する。この段階ではホップ数は 2 になる。

【 0 1 2 5 】

続いて、処理はステップ S 2 7 4 に進み、そのステップ以降の処理が繰り返される。図 1 5 の例では、プロセッサ 1 0 はステップ S 2 7 4 において上腕を対象部位として特定し、ステップ S 2 7 5 において対象部位の動作を計算するか否かを判定する。ステップ S 2 7 5 において Y E S である場合には、プロセッサ 1 0 はステップ S 2 7 6 において、モーション情報を用いることなく、衝突パラメータに基づいて上腕の動作を計算する。具体的には、プロセッサ 1 0 は、上腕ボーン 4 1 3 と胸ボーン 4 1 4 とを接続するジョイント 4 2 3 から衝突点 H P に至るジョイントベクトル 5 1 3 を算出する。また、プロセッサ 1 0 はヒットベクトル H V を減衰させることで、上腕ボーン 4 1 3 に伝わるヒットベクトル H V の大きさ（衝撃力）を求める。続いて、プロセッサ 1 0 はそのジョイントベクトル 5 1 3 と減衰させたヒットベクトル H V との外積を計算することで回転モーメントを求め、この回転モーメントと上腕の仮想質量とに基づいて上腕ボーン 4 1 3 の角加速度を求める。そして、プロセッサ 1 0 はその角加速度に基づいて上腕ボーン 4 1 3 の角速度を求め、この角速度に基づいて上腕ボーン 4 1 3 の動作（例えば振動 5 2 3）を計算する。プロセッサ 1 0 は、算出した動作を上腕ボーン 4 1 3 のフィードバック情報（すなわち、上腕のフィードバック情報）として保持する。

【 0 1 2 6 】

ステップ S 2 7 7 において、プロセッサ 1 0 はホップ数を 1 だけ増分し、これによりホップ数は 3 になる。続いて、処理はステップ S 2 7 4 に進み、そのステップ以降の処理が繰り返される。図 1 5 の例では、プロセッサ 1 0 は、胸ボーン 4 1 4 の動作を計算するかもしれないし、その計算を行わないかもしれない。胸ボーン 4 1 4 の動作を求める場合には、プロセッサ 1 0 は胸ボーン 4 1 4 に対応するジョイント 4 2 4 から衝突点 H P に至るジョイントベクトル 5 1 4 を算出する。そして、プロセッサ 1 0 はジョイントベクトル 5 1 4 と減衰させたヒットベクトル H V とに基づいて胸ボーン 4 1 4 の動作（例えば振動 5 2 4）を示すフィードバック情報（すなわち、胸のフィードバック情報）を算出する。

【 0 1 2 7 】

プロセッサ 10 は、ステップ S 2 7 5 において対象部位の動作を計算しないと判定するまで、衝突部位を含む少なくとも一つの部位についてフィードバック情報を生成する。

【 0 1 2 8 】

図 1 5 の例では末梢の部位である手が衝突部位なので、プロセッサ 10 は標的オブジェクト 4 0 0 の中枢に向かって部位を一つずつ􄭝りながら各部位のフィードバック情報を生成した。衝突部位の場所によっては、プロセッサ 10 は衝突部位から中枢に向かって部位を一つずつ􄭝りながらフィードバック情報を生成すると共に、衝突部位から末梢に向かって部位を一つずつ􄭝りながらフィードバック情報を生成することもあり得る。例えば図 1 5 のモデルにおいて衝突部位が上腕であれば、プロセッサ 10 は、衝突部位から 1 ホップ離れた部位である前腕および胸の少なくとも一方を追加の対象部位として処理し得る。さらに、プロセッサ 10 は、衝突部位から 2 ホップ離れた部位である手、首、または腹をさらなる対象部位として処理し得る。

10

【 0 1 2 9 】

図 1 2 に戻り、ステップ S 2 8 において、プロセッサ 10 は仮想オブジェクト制御モジュール 2 3 2 およびフィードバックモジュール 2 3 3 として機能し、仮想空間 2 における標的オブジェクト 4 0 0 の動作をモーション情報およびフィードバック情報の双方に基づいて更新する。この処理は図 1 0 でのステップ S 8 に対応し得る。プロセッサ 10 は表示している標的オブジェクト 4 0 0 のモーション情報をメモリモジュール 2 4 0 から読み出す。そして、プロセッサ 10 はそのモーション情報と生成したフィードバック情報とに基づいて標的オブジェクト 4 0 0 の新たな動作を決定する。続いてプロセッサ 10 は決定した動作を示す動き情報を生成する。

20

【 0 1 3 0 】

ステップ S 2 9 において、プロセッサ 10 は視界画像生成モジュール 2 2 3 として機能し、標的オブジェクト 4 0 0 についての新たな動きを表示するための視界画像データをモーション情報およびフィードバック情報の双方に基づいて生成し、その視界画像データを HMD 装置 1 1 0 に出力（送信）する。HMD 装置 1 1 0 はその視界画像データを処理して視界画像 3 0 0 を更新する。これらの処理は図 1 0 でのステップ S 9 , S 1 0 に対応し得る。視界画像 3 0 0 内の標的オブジェクト 4 0 0 の動作は、モーション情報で定義される所定の動作と、フィードバック情報で定義されるフィードバック動作（例えば振動）との和、組合せ、または混合になる。

30

【 0 1 3 1 】

ステップ S 3 0 において、プロセッサ 10 が仮想空間 2 の提供を終了すると判定するまで、プロセッサ 10 はステップ S 2 3 ~ S 2 9 を繰り返す。

【 0 1 3 2 】

図 1 6 は、ある実施の形態に従う操作オブジェクト 3 0 2 と標的オブジェクト 4 0 0 との衝突の演出の一例を表す図である。この図における状態（A）は、操作オブジェクト 3 0 2 と標的オブジェクト 4 0 0 とが衝突した瞬間（剣が敵キャラクタの右手に当たった瞬間）を表す視界画像 3 0 0 を表す。プロセッサ 10 はこの衝突を検出したことを契機として、標的オブジェクト 4 0 0 における衝突部位を特定するとともに、その衝突に基づく標的オブジェクト 4 0 0 のフィードバック操作を示すフィードバック情報をリアルタイムに生成する。そして、プロセッサ 10 はこれらのモーション情報及びフィードバック情報を用いて、少なくとも衝突部位の動作を更新する。この一連の処理により、視界画像 3 0 0 は図 1 6 の状態（B）に変わり、標的オブジェクト 4 0 0 の衝突部位（右手）およびその周辺（例えば右腕）が振動するように描画される。

40

【 0 1 3 3 】

状態（B）では標的オブジェクト 4 0 0 が自分の剣を少し下げているが、この動作はモーション情報に基づく動作であり、したがって、予め定められた動作である。一方、状態（B）における振動は、衝突の検出に基づいてリアルタイムに生成されたフィードバック情報に基づく動作であり、したがって、動的に生成された動作である。状態（B）にお

50

る標的オブジェクト４００の動作は、モーション情報に基づく動作に、フィードバック情報に基づく動作が追加されたものであるといえることができる。

【０１３４】

このような処理により、モーション情報に基づく標的オブジェクトの動作に、フィードバック情報に基づく衝突部位（あるいは、衝突部位およびその近くの部位）の動作が加わるので、衝突が視覚的に演出される。この演出により、ユーザ１９０は自身の操作オブジェクトが標的オブジェクトのどこに当たったかを一目で把握できる。したがって、仮想空間２におけるユーザ１９０の仮想体験のエンタテインメント性を向上させることができる。

【０１３５】

衝突を表現するためのフィードバック情報は、予め用意されるのではなく、衝突が検出された際にリアルタイムに生成される。操作オブジェクト３０２と標的オブジェクト４００との衝突のパターンはユーザ操作に依存して非常に多い。そのため、個々の衝突のパターンに適應するようにモーション情報を用意しようとすると、予め用意すべきモーション情報の量が非常に大きくなってしまふ。さらに、衝突が発生する度にモーション情報をメモリモジュール２４０から読み出す必要があり、この処理に一定以上の時間を要するので、操作オブジェクト３０２および標的オブジェクト４００などの仮想オブジェクトの動作の更新に時間が掛かってしまふ。処理速度が低下すると、視界画像３００の更新頻度（フレームレート）が低下してユーザ１９０がＶＲ酔いしてしまふ可能性がある。本開示の実施形態によれば、衝突時の標的オブジェクト４００の動作をリアルタイムに計算することで、モーション情報を用いる場合よりも高速にフィードバック情報が得られるので、標的オブジェクト４００の動作を高速に更新することができる。衝突のフィードバックが早く処理されるので、仮想空間２が円滑に表示され続け、ＶＲ酔いを防止することが可能になる。

【０１３６】

さらに、本開示の実施形態によれば、ヒットベクトルＨＶの向きおよび位置と衝突点ＨＰとを固定させつつ、各部位固有のジョイントベクトルを用いて各部位のフィードバック情報が生成される。ヒットベクトルＨＶの位置および向きを移動させたり変形させたりする必要がないので、その分だけ計算量が低減される。したがって、フィードバック情報を生成する時間が短縮され、この結果、標的オブジェクト４００の動作を高速に更新することができる。

【０１３７】

さらに、本開示の実施形態によれば、ヒットベクトルＨＶの位置および向きを移動させたり変形させたりせず、ヒットベクトルＨＶの大きさのみが衝突部位からの距離に応じて減ぜられる。このようにヒットベクトルＨＶの大きさだけを調整することで、フィードバック情報の計算量を抑えつつ、迫真のあるフィードバック操作を出力することが可能になる。

【０１３８】

[変形例]

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。

【０１３９】

図１７を参照しながらフィードバック演算の変形について説明する。図１７は、変形例に従う標的オブジェクト４００のフィードバック動作の計算方法を表す図である。図１７の状態（Ａ）は、上方から降りてきた操作オブジェクト３０２（例えば、振り下ろされた剣）が標的オブジェクト４００の手に当たった場面を示す。図１７の状態（Ｂ）は、下方から上がってきた操作オブジェクト３０２（例えば、振り上げられた剣）が標的オブジェクト４００の手に当たった場面を示す。状態（Ａ）および（Ｂ）はいずれも、図１５と同

10

20

30

40

50

様に、標的オブジェクト 400 の右手に操作オブジェクト 302 が当たった場面を示す。

【0140】

これらの例のようにヒットベクトル HV が鉛直方向（ Y 方向）の成分を含む場合には、プロセッサ 10 は、衝突部位のジョイントを中心として衝突点を、ヒットベクトル HV の鉛直方向（ Y 方向）で示される方向に所定の角度だけ回転移動させ、回転移動後の衝突点を用いてジョイントベクトルを設定してもよい。

【0141】

状態（A）ではヒットベクトル HV の鉛直方向成分（ Y 方向成分）は下向きであるので、プロセッサ 10 は衝突点 HP を下方に所定の角度だけ回転移動させることで衝突点 HP' を設定する。そして、プロセッサ 10 は手ボーン 411 のジョイント 421 から衝突点 HP' に至るジョイントベクトル $511'$ を算出する。このジョイントベクトル $511'$ は、ジョイント 421 から本来の衝突点 HP に至るジョイントベクトル 511 をヒットベクトル HV の向きに基づいて回転移動させることで得られるベクトルであるともいえる。したがって、プロセッサ 10 は、まずジョイントベクトル 511 を求め、続いてジョイントベクトル 511 を回転移動させることでジョイントベクトル $511'$ および衝突点 HP' を求めてもよい。プロセッサ 10 は、他の対象部位についても、回転移動後の衝突点 HP' に向かって延びるジョイントベクトル $512' \sim 514'$ を求める。また、プロセッサ 10 は衝突点 HP の移動に合わせてヒットベクトル HV を平行移動させることで、衝突点 HP' を終点とするヒットベクトル HV' を求める。そして、プロセッサ 10 は、ヒットベクトル HV' および各ジョイントベクトル $511' \sim 514'$ を用いて、上記実施形態と同様に各部位のフィードバック情報を生成する。

10

20

【0142】

状態（B）ではヒットベクトル HV の鉛直方向成分（ Y 方向成分）は上向きであるので、プロセッサ 10 は衝突点 HP を上方に所定の角度だけ回転移動させることで衝突点 HP' を設定する。そして、プロセッサ 10 は手ボーン 411 のジョイント 421 から衝突点 HP' に至るジョイントベクトル $511'$ を算出する。プロセッサ 10 は、まずジョイントベクトル 511 を求め、続いてジョイントベクトル 511 を回転移動させることでジョイントベクトル $511'$ および衝突点 HP' を求めてもよい。プロセッサ 10 は、他の対象部位である前腕、上腕、および胸についても、回転移動後の衝突点 HP' に向かって延びるジョイントベクトル $512', 513', 514'$ を求める。また、プロセッサ 10 はヒットベクトル HV を平行移動させることで、衝突点 HP' を終点とするヒットベクトル HV' を求める。そして、プロセッサ 10 は、ヒットベクトル HV' および各ジョイントベクトル $511' \sim 514'$ を用いて、上記実施形態と同様に各部位のフィードバック情報を生成する。

30

【0143】

このように、プロセッサ 10 は、ヒットベクトル HV の向きに基づいて各ジョイントベクトルの向きを補正した上でフィードバック情報を生成してもよい。この補正を行うことで、標的オブジェクト 400 の動き（例えば振動）をより迫真のあるものにすることができる。

【0144】

フィードバック動作は振動に限定されない。例えば、プロセッサ 10 は、各部位について上記実施形態と同じ計算により角速度を計算することで該部位の移動可能範囲を求め、その範囲にわたって該部位を一時的に膨張させることで、あたかも該部位が腫れ上がった状態を演出してもよい。あるいは、フィードバック動作は複数の動作の組合せ（例えば振動および膨張の組合せ）でもよい。

40

【0145】

上記実施形態においては、HMD 装置 110 によってユーザ 190 が没入する仮想空間（VR 空間）を例示して説明したが、HMD 装置 110 として、透過型の HMD 装置を採用してもよい。この場合、透過型の HMD 装置を介してユーザ 190 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（

50

A R : Augmented Reality) 空間または複合現実 (M R : Mixed Reality) 空間における仮想体験をユーザ 1 9 0 に提供してもよい。この場合、手オブジェクト 3 0 1 に代えて、ユーザ 1 9 0 の手の動きに基づいて、仮想空間 2 内における他の仮想オブジェクト (以下ではこれを「対象オブジェクト」という) への作用を生じさせてもよい。具体的には、プロセッサ 1 0 は、現実空間におけるユーザ 1 9 0 の手の位置の座標情報を特定するとともに、仮想空間 2 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 1 0 は、現実空間におけるユーザ 1 9 0 の手と仮想空間 2 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 1 9 0 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 1 9 0 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。

10

【0146】

本明細書に開示された主題は、例えば、以下のような項目として示される。

【0147】

(項目1)

表示部 (ディスプレイ 1 1 2) を備えるヘッドマウントデバイス (HMD 装置 1 1 0) を介してユーザ (ユーザ 1 9 0) に仮想空間 (仮想空間 2) を提供するためにコンピュータ (コンピュータ 2 0 0 またはサーバ 1 5 0) によって実行される情報処理方法であって、

20

前記ユーザに関連付けられた操作オブジェクト (操作オブジェクト 3 0 2) と、所定のモーション情報に基づいて動作する複数の部位を有する標的オブジェクト (標的オブジェクト 4 0 0) とを含む前記仮想空間を規定する仮想空間データを生成するステップ (図 1 0 のステップ S 1 または図 1 2 のステップ S 2 1) と、

前記操作オブジェクトと前記標的オブジェクトとの衝突が検出された場合に、該衝突に基づく前記標的オブジェクトの衝突部位のフィードバック動作を少なくとも示すフィードバック情報を生成するステップ (図 1 2 のステップ S 2 7) と、

前記モーション情報および前記フィードバック情報を用いて、少なくとも前記衝突部位の動作を更新するステップ (図 1 2 のステップ S 2 8) と、

前記仮想空間データと、更新された前記少なくとも衝突部位の動作とに基づいて視界画像 (視界画像 3 0 0) を生成し、前記表示部に該視界画像を表示させるステップ (図 1 0 のステップ S 1 0 または図 1 2 のステップ S 2 9) とを含む情報処理方法。

30

【0148】

本項目の情報処理方法によれば、操作オブジェクトと標的オブジェクトとが衝突すると、標的オブジェクトの衝突部位がフィードバック動作を行う。このフィードバック動作による視覚的な演出により、ユーザは操作オブジェクトが標的オブジェクトのどこに当たったかを一目で把握できる。この結果、仮想空間におけるユーザの仮想体験のエンタテインメント性を向上させることができる。

【0149】

また、本項目の情報処理方法によれば、衝突時の標的オブジェクトの動作を、モーション情報を用いることなくリアルタイムに計算することで、モーション情報を用いる場合よりも高速にフィードバック情報が得られるので、標的オブジェクトの動作を高速に更新することができる。衝突のフィードバックが早く処理されるので、仮想空間を円滑に表示させ続けることができる。ひいてはユーザの VR 酔いを防止することが可能になる。

40

【0150】

(項目2)

前記衝突部位を含む 2 以上の前記部位のフィードバック動作を示す前記フィードバック情報を生成するステップ (図 1 2 のステップ S 2 7) を含む項目 1 の情報処理方法。

【0151】

50

本項目の情報処理方法によれば、衝突部位を含む複数の部位に対してフィードバック動作が適用されるので、仮想空間におけるユーザの仮想体験のエンタテインメント性をさらに向上させることができる。各部位のフィードバック動作はモーション情報を用いることなくリアルタイムに計算されるので、複数の部位の動作を高速に更新することができ、その結果、仮想空間を円滑に表示させ続けることができる。

【0152】

(項目3)

前記操作オブジェクトと前記標的オブジェクトとの衝突点(衝突点HP)を特定するステップ(図14のステップS271)と、

前記標的オブジェクトと衝突した前記操作オブジェクトの動作を示すヒットベクトル(ヒットベクトルHV)を算出するステップ(図14のステップS271)と、

前記2以上の部位のそれぞれについて、該部位のジョイント(ジョイント421~424)から前記衝突点に至るジョイントベクトル(ジョイントベクトル511~514)を算出するステップ(図14のステップS272~S277)と、

前記2以上の部位のそれぞれについて、前記ヒットベクトルと該部位に対応する前記ジョイントベクトルとに基づいて該部位の前記フィードバック情報を生成するステップ(図14のステップS272~S277)と

を含む項目2の情報処理方法。

【0153】

本項目の情報処理方法によれば、ヒットベクトルおよび衝突点を固定させつつ、各部位のジョイントベクトルを用いて各部位のフィードバック情報が生成される。ヒットベクトルの位置および向きを移動させたり変形させたりする必要がないので、その分だけ計算量が低減される。したがって、フィードバック情報を生成する時間を短縮することができる。

【0154】

(項目4)

前記衝突部位から離れた部位ほど前記ヒットベクトルを減衰させるステップを含む項目3の情報処理方法。

【0155】

本項目の情報処理方法によれば、ヒットベクトルの位置および向きを移動させたり変形させたりせず、ヒットベクトルの大きさのみが衝突部位からの距離に応じて減ぜられる。このようにヒットベクトルの大きさだけを調整することで、フィードバック情報の計算量を抑えつつ、迫真のあるフィードバック操作を出力することが可能になる。

【0156】

(項目5)

前記ヒットベクトルの向きに基づいて各ジョイントベクトルの向きを補正するステップを含む項目3または4の情報処理方法。

【0157】

本項目の情報処理方法によれば、操作オブジェクトの動作に合わせてジョイントベクトルの向きを補正することで、迫真のあるフィードバック操作を出力することが可能になる。

【0158】

(項目6)

各部位の前記フィードバック動作が、該部位のボーン(ボーン411~414)と交差する方向に沿った振動を含む、

項目1~5のいずれかの情報処理方法。

【0159】

本項目の情報処理方法によれば、フィードバック動作が振動で表されるので、衝突時の演出が高まる。その結果、仮想空間におけるユーザの仮想体験のエンタテインメント性を向上させることができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 6 0 】

(項 目 7)

項目 1 ～ 6 のいずれかの情報処理方法をコンピュータに実行させるプログラム。

【 0 1 6 1 】

(項 目 8)

少なくともメモリ (メモリモジュール 2 4 0) と、前記メモリに結合されたプロセッサ (プロセッサ 1 0) とを備え、前記プロセッサの制御により項目 1 ～ 6 のいずれかの情報処理方法を実行する、装置。

【 符号の説明 】

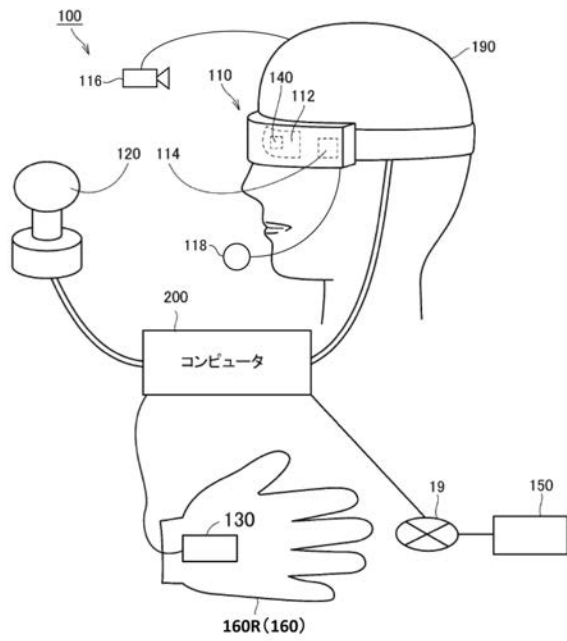
【 0 1 6 2 】

1 ... 仮想カメラ、 2 ... 仮想空間、 5 ... 基準視線、 1 0 ... プロセッサ、 1 1 ... メモリ、 1 2 ... ストレージ、 1 3 ... 入出力インターフェース、 1 4 ... 通信インターフェース、 1 5 ... バス、 1 9 ... ネットワーク、 2 1 ... 中心、 2 2 ... 仮想空間画像、 2 3 ... 視界領域、 2 4 , 2 5 ... 領域、 3 0 ... グリップ、 3 1 ... フレーム、 3 2 ... 天面、 3 3 , 3 4 , 3 6 , 3 7 ... ボタン、 3 5 ... 赤外線 LED、 3 8 ... アナログスティック、 1 0 0 , 1 0 0 A , 1 0 0 B , 1 0 0 C ... HMD システム、 1 1 0 , 1 1 0 A , 1 1 0 B , 1 1 0 C ... HMD 装置、 1 1 2 ... ディスプレイ、 1 1 4 ... センサ、 1 1 6 ... カメラ、 1 1 8 ... マイク、 1 2 0 ... HMD センサ、 1 3 0 ... モーションセンサ、 1 4 0 ... 注視センサ、 1 5 0 ... サーバ、 1 6 0 ... コントローラ、 1 6 0 R ... 右コントローラ、 1 9 0 , 1 9 0 A ... ユーザ、 2 0 0 ... コンピュータ、 2 2 0 ... 表示制御モジュール、 2 2 1 ... 仮想カメラ制御モジュール、 2 2 2 ... 視界領域決定モジュール、 2 2 3 ... 視界画像生成モジュール、 2 2 4 ... 基準視線特定モジュール、 2 3 0 ... 仮想空間制御モジュール、 2 3 1 ... 仮想空間定義モジュール、 2 3 2 ... 仮想オブジェクト制御モジュール、 2 3 3 ... フィードバックモジュール、 2 4 0 ... メモリモジュール、 2 4 1 ... 空間情報、 2 4 2 ... オブジェクト情報、 2 4 3 ... ユーザ情報、 2 5 0 ... 通信制御モジュール、 3 0 0 ... 視界画像、 3 0 1 ... 手オブジェクト、 3 0 2 ... 操作オブジェクト、 4 0 0 ... 標的オブジェクト、 4 0 1 ... ボーン、 4 0 2 ... ジョイント、 4 1 1 ... 手ボーン、 4 1 2 ... 前腕ボーン、 4 1 3 ... 上腕ボーン、 4 1 4 ... 胸ボーン、 5 1 1 ~ 5 1 4 , 5 1 1 ' ~ 5 1 4 ' ... ジョイントベクトル、 8 1 0 ... 右手、 H V , H V ' ... ヒットベクトル、 H P , H P ' ... 衝突点。

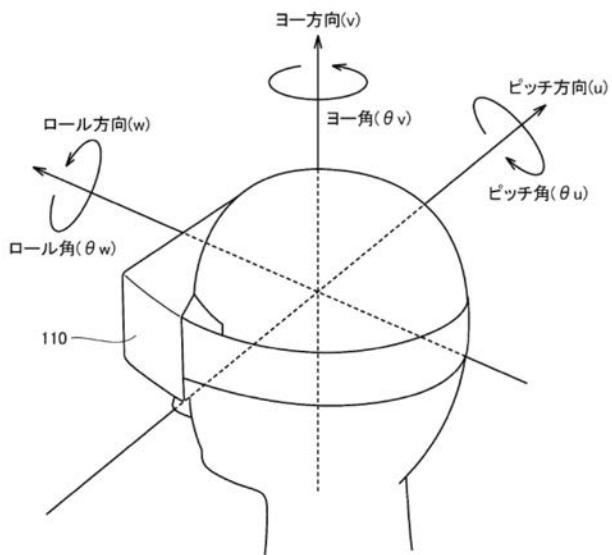
10

20

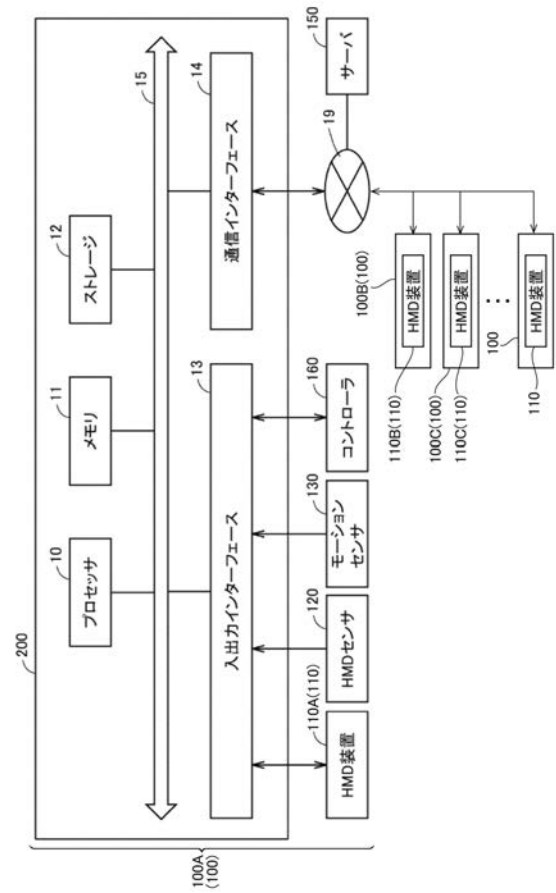
【図 1】



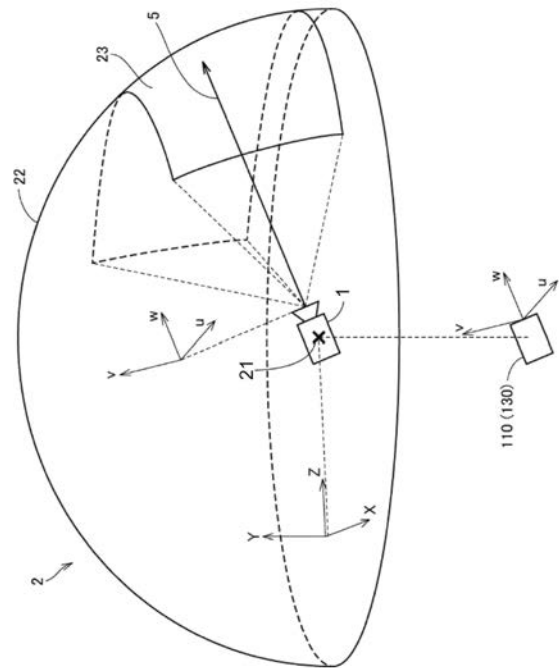
【図 3】



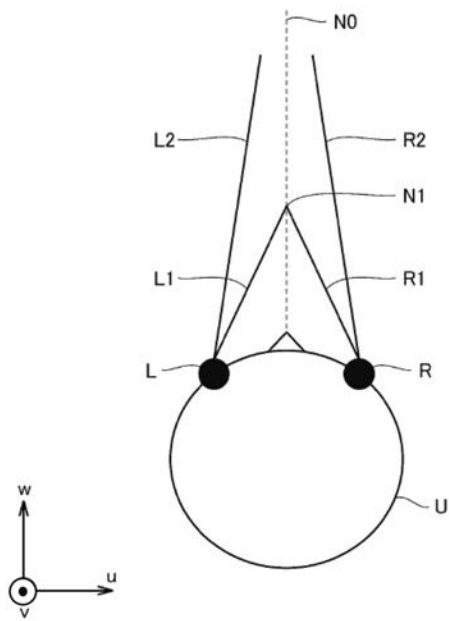
【図 2】



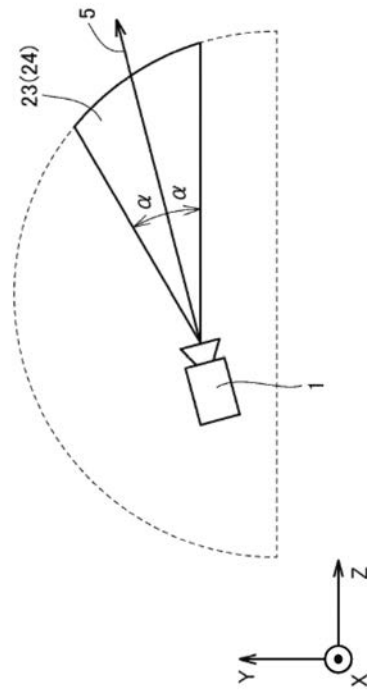
【図 4】



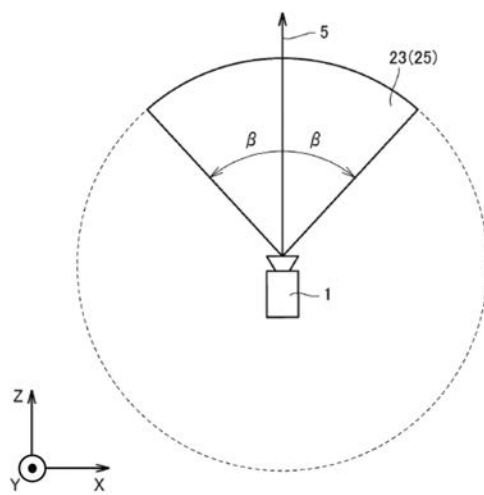
【図 5】



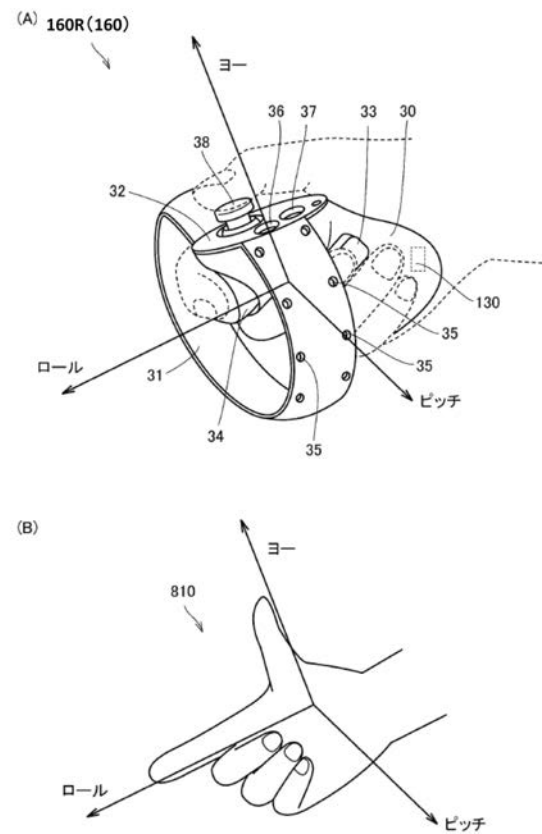
【図 6】



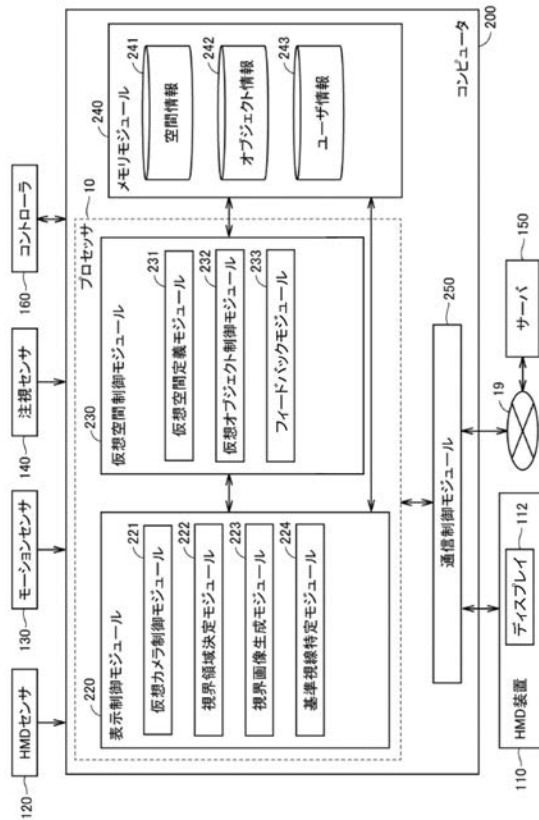
【図 7】



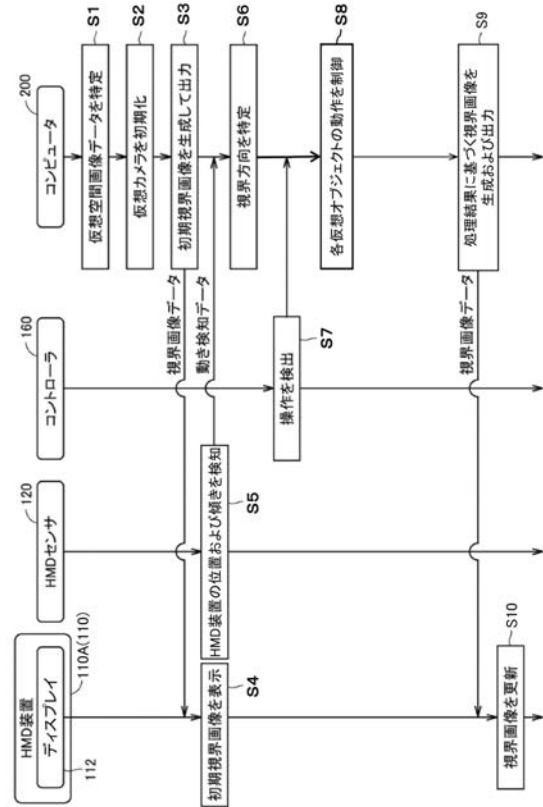
【図 8】



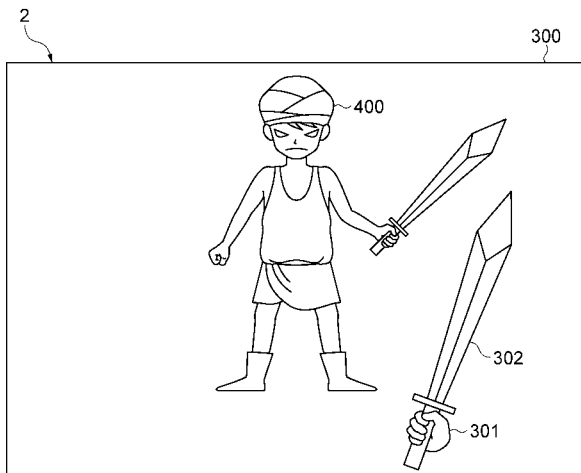
【図 9】



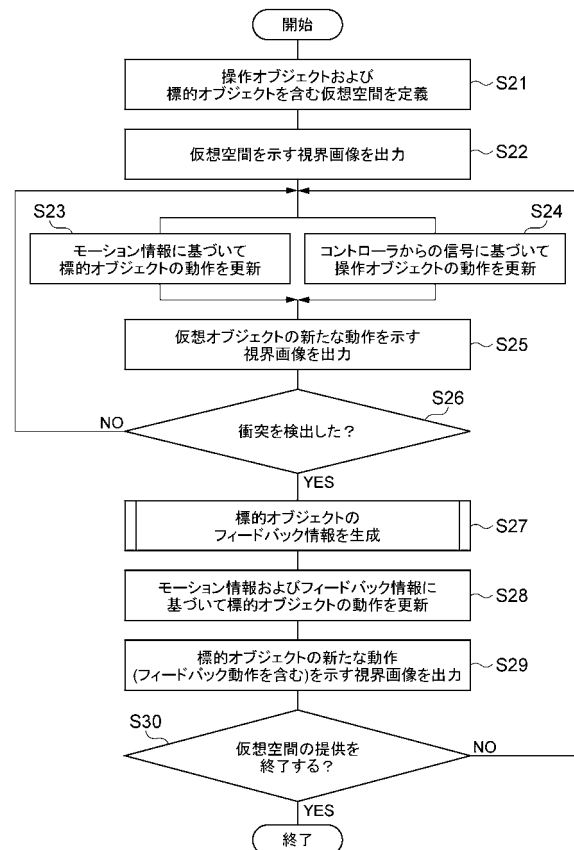
【図 10】



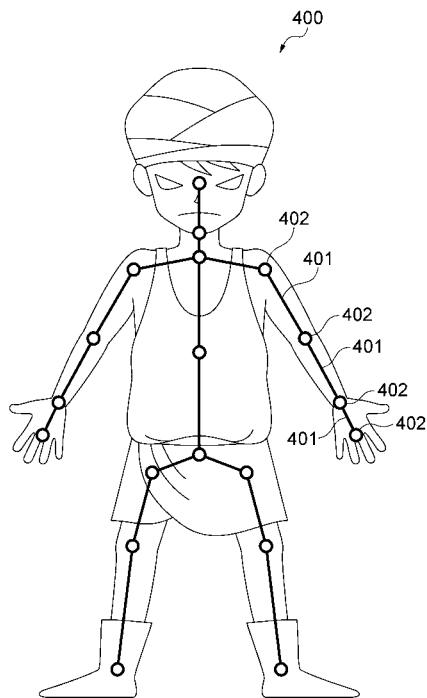
【図 11】



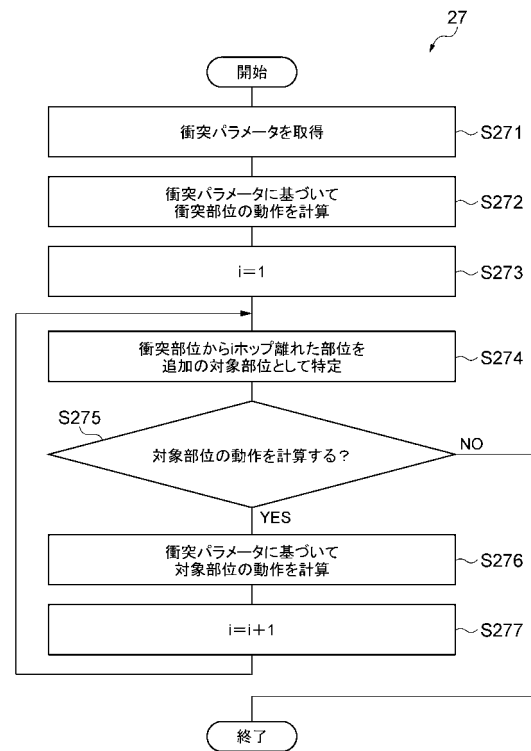
【図 12】



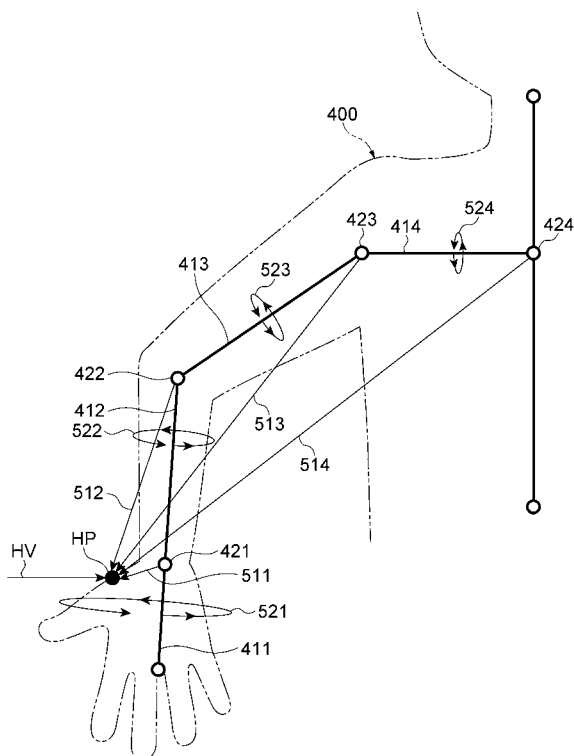
【図 13】



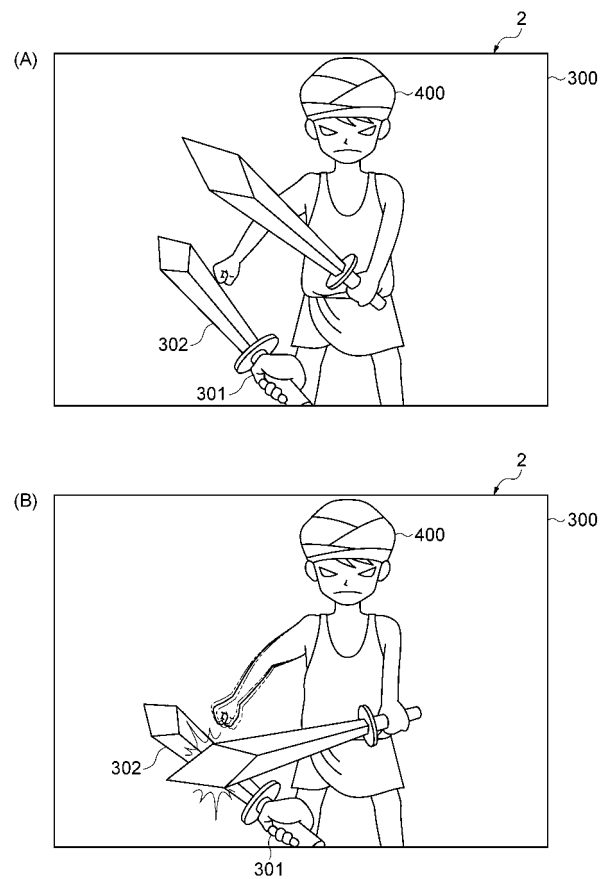
【図 14】



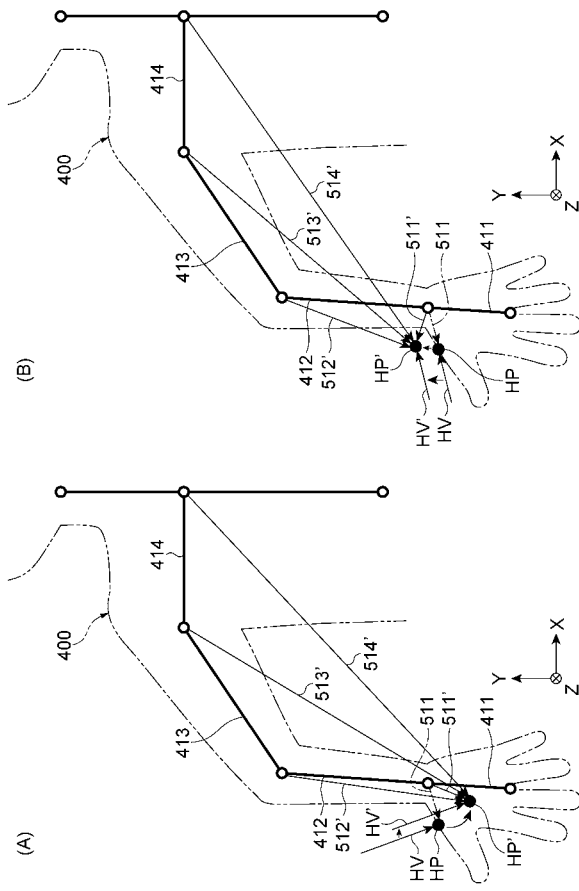
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 0 6 F 3/0481 (2013.01)	G 0 6 F 3/0481	
	G 0 6 F 3/01 5 7 0	

F ターム(参考)	5E555	AA08	AA25	AA27	AA57	AA64	AA76	BA01	BA20	BA38	BA83
		BA87	BB01	BB20	BC04	BE16	BE17	CA10	CA29	CA42	CA44
		CB19	CB21	CB64	CB65	CB66	CC01	CC22	DA08	DB32	DB53
		DB57	DC13	DC43	DC60	DC63	DC84	DD06	EA07	FA00	