

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年2月1日(01.02.2018)



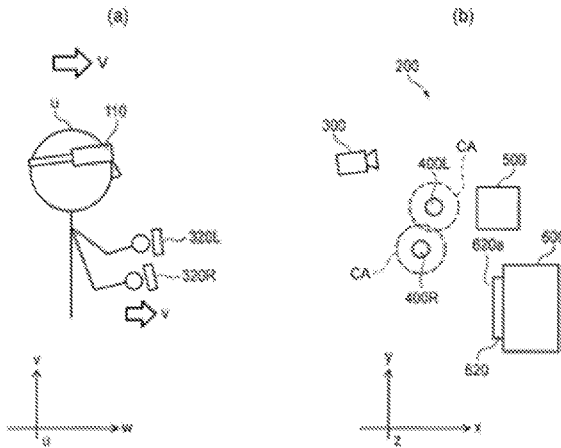
(10) 国際公開番号
WO 2018/020735 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 19/00 (2011.01) *G09G 5/34* (2006.01)
A63F 13/577 (2014.01) *G09G 5/36* (2006.01)
G06F 3/0481 (2013.01) *G09G 5/38* (2006.01)
G06F 3/0484 (2013.01) *G06F 3/01* (2006.01)
G09G 5/00 (2006.01) *G06F 3/0346* (2013.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/012998
- (22) 国際出願日: 2017年3月29日(29.03.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
 特願 2016-148490 2016年7月28日(28.07.2016) JP
 特願 2016-148491 2016年7月28日(28.07.2016) JP
 特願 2016-156006 2016年8月8日(08.08.2016) JP
- 特願 2017-006886 2017年1月18日(18.01.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社コロプラ (COLOPL, INC.)
[JP/JP]; 〒1506011 東京都渋谷区恵比寿四丁目20番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 猪俣篤 (INOMATA, Atsushi); 〒1506011 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 Tokyo (JP). 野口 裕弘 (NOGUCHI, Yasuhiro); 〒1506011 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 Tokyo (JP). 馬場 功淳 (BABA, Naruatsu); 〒1506011 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 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(54) Title: INFORMATION PROCESSING METHOD AND PROGRAM FOR CAUSING COMPUTER TO EXECUTE INFORMATION PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 情報処理方法及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

[図23]



(57) Abstract: A virtual experience of a user is further improved. An information processing method includes: a step of generating virtual space data for prescribing a virtual space 200 including a virtual camera 300, a right-hand object 400R, and a button object 600; a step of specifying a viewing field CV of the virtual camera 300 on the basis of a position and a tilt of an HMD 110; a step of causing the HMD 110 to display a viewing field image on the basis of the virtual space data and the viewing field CV of the virtual camera 300; and a step of specifying a position of the right-hand object 400R on the basis of a position of a controller 320R. When it is determined that a predetermined condition for determining whether a collision area CA of the right-hand object 400R has intentionally contacted a collision area of the button object 600 or not is not satisfied, the right-hand object 400R does not have a predetermined effect on the button object 600.



WO 2018/020735 A1

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA,
RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: ユーザの仮想体験をさらに改善する。情報処理方法は、仮想カメラ300と、右手オブジェクト400Rと、ボタンオブジェクト600を含む仮想空間200を規定する仮想空間データを生成するステップと、HMD110の位置及び傾きに基づいて、仮想カメラ300の視野CVを特定するステップと、仮想カメラ300の視野CVと仮想空間データに基づいて、HMD110に視野画像を表示させるステップと、コントローラ320Rの位置に基づいて、右手オブジェクト400Rの位置を特定するステップとを含む。右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAがボタンオブジェクト600のコリジョンエリアに意図的に接触したかどうかを判定するための所定の条件が満たされないと判定された場合、右手オブジェクト400Rはボタンオブジェクト600に所定の影響を与えない。

明 細 書

発明の名称：

情報処理方法及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

技術分野

[0001] 本開示は、情報処理方法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

[0002] 非特許文献1は、現実空間におけるユーザの手の状態（位置や傾き等）に応じて、仮想現実（Virtual Reality：VR）空間における手オブジェクトの状態を変化させると共に、当該手オブジェクトを操作することで仮想空間内の所定のオブジェクトに所定の作用を与えることを開示している。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：“Toybox Demo for Oculus Touch”、[online]、平成27年10月13日、Oculus、[平成28年8月6日検索]、インターネット<<https://www.youtube.com/watch?v=iFEMiyGMa58>>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 非特許文献1において、仮想現実空間における仮想体験が改善される余地がある。

[0005] 本開示は、仮想体験を改善することが可能な情報処理方法及び当該情報処理方法をコンピュータに実現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

[0006] 本開示が示す一態様によれば、ヘッドマウントデバイスと、前記ヘッドマウントデバイスの位置とユーザの頭部以外の身体の一部の位置を検出するように構成された位置センサとを備えたシステムにおけるコンピュータにより実行される情報処理方法であって、

操作オブジェクトと、対象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、

前記ヘッドマウントデバイスの位置及び傾きに基づいて、前記ヘッドマウントデバイスに視野画像を表示させるステップと、

前記ユーザの身体の一部の位置に基づいて、前記操作オブジェクトの位置を特定するステップと、を含み、

前記操作オブジェクトのコリジョンエリアが前記対象オブジェクトのコリジョンエリアに意図的に接触したかどうかを判定するための所定の条件が満たされないと判定された場合、前記操作オブジェクトは前記対象オブジェクトに所定の影響を与えない、情報処理方法が提供される。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、仮想現実空間における仮想体験が改善され得る。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]ヘッドマウントデバイス (Head Mounted Device : HMDシステムを示す概略図である。

[図2]HMDを装着したユーザの頭部を示す図である。

[図3]制御装置のハードウェア構成を示す図である。

[図4]外部コントローラの具体的な構成の一例を示す図である。

[図5]視野画像をHMDに表示する処理を示すフローチャートである。

[図6]仮想空間の一例を示すx y z空間図である。

[図7]状態(a)は、図6に示す仮想空間のy x平面図である。状態(b)は、図6に示す仮想空間のz x平面図である。

[図8]HMDに表示された視野画像の一例を示す図である。

[図9]状態（a）は、HMDと外部コントローラを装着したユーザを示す図である。状態（b）は、仮想カメラと、手オブジェクトと、壁オブジェクトを含む仮想空間を示す図である。

[図10]本実施形態に係る情報処理方法を説明するためのフローチャートである。

[図11]状態（a）は、ユーザが左手用外部コントローラを前方に大きく移動させた状態を示す図である。状態（b）は、状態（a）に示す状態において、左手オブジェクトによって破壊される壁オブジェクトを示す図である。

[図12]状態（a）は、ユーザが左手用外部コントローラを前方に小さく移動させた状態を示す図である。状態（b）は、状態（a）において、左手オブジェクトによって破壊される壁オブジェクトを示す図である。

[図13]状態（a）は、左手オブジェクトのコリジョンエリアと壁オブジェクトに影響を与える影響範囲を示す図（その1）である。状態（b）は、左手オブジェクトのコリジョンエリアと壁オブジェクトに影響を与える影響範囲を示す図（その2）である。

[図14]本実施形態に係る情報処理方法を説明するためのフローチャートである。

[図15]状態（a）は、HMDと外部コントローラを装着したユーザを示す図である。状態（b）は、仮想カメラと、手オブジェクトと、壁オブジェクトを含む仮想空間を示す図である。

[図16]状態（a）は、HMDと外部コントローラを装着したユーザを示す図である。状態（b）は、仮想カメラと、手オブジェクトと、壁オブジェクトを含む仮想空間を示す図である。

[図17]状態（a）は、移動前の仮想カメラ、および、手オブジェクトと、壁オブジェクトを示す図である。状態（b）は、移動後の仮想カメラ、および、手オブジェクトと、壁オブジェクトを含む仮想空間を示す図である。

[図18]本実施形態に係る情報処理方法を説明するためのフローチャートである。

[図19]状態 (a) は、ユーザが前方 (+w方向) に所定速度より速い速度で移動している様子を示す図である。状態 (b) は、状態 (a) において、左手オブジェクトによって破壊された壁オブジェクトを示す図である。

[図20]状態 (a) は、ユーザが前方に所定速度より遅い速度で移動している様子を示す図である。状態 (b) は、状態 (a) において、左手オブジェクトによって破壊された壁オブジェクトを示す図である。

[図21]本実施形態の第1変形例に係る情報処理方法を説明するためのフローチャートである。

[図22]状態 (a) は、左手オブジェクトのコリジョンエリアと壁オブジェクトに影響を与える影響範囲を示す図 (その1) である。状態 (b) は、左手オブジェクトのコリジョンエリアと壁オブジェクトに影響を与える影響範囲を示す図 (その2) である。

[図23]状態 (a) は、HMDと外部コントローラを装着したユーザが存在する現実空間を示す図である。状態 (b) は、仮想カメラと、右手オブジェクトと、左手オブジェクトと、ブロックオブジェクトと、ボタンオブジェクトを含む仮想空間を示す図である。

[図24]右手オブジェクトのコリジョンエリアがボタンオブジェクトの操作部に接触している様子を示す仮想空間の平面図である。

[図25]本実施形態に係る情報処理方法を説明するためのフローチャートである。

[図26]本実施形態の変形例に係る情報処理方法を説明するためのフローチャートである。

[図27]本発明の第2実施形態 (以下、単に第2実施形態という。) に係る情報処理方法を説明するためのフローチャートである。

[図28]右手オブジェクトとボタンオブジェクトが仮想カメラの視野外に存在する様子を示す仮想空間の平面図である。

[図29]第2実施形態の変形例に係る情報処理方法を説明するためのフローチャートである。

[図30]本発明の第3実施形態（以下、単に第3実施形態という。）に係る情報処理方法を説明するためのフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] [本開示が示す実施形態の詳細]

以下、本開示が示す実施形態について図面を参照しながら説明する。尚、本実施形態の説明において既に説明された部材と同一の参照番号を有する部材については、説明の便宜上、その説明は繰り返さない。

[0010] 最初に、図1を参照してヘッドマウントデバイス（Head Mounted Device：HMD）システム1の構成について説明する。図1は、HMDシステム1を示す概略図である。図1に示すように、HMDシステム1は、ユーザUの頭部に装着されたHMD110と、位置センサ130と、制御装置120と、外部コントローラ320とを備える。

[0011] HMD110は、表示部112と、HMDセンサ114と、注視センサ140とを備える。表示部112は、HMD110を装着したユーザUの視界（視野）を覆うように構成された非透過型の表示装置を備えている。これにより、ユーザUは、表示部112に表示された視野画像を見ることで仮想空間に没入することができる。HMD110は、例えば、表示部112が一体的に、または、別体に構成されたヘッドマウントディスプレイ装置である。尚、表示部112は、ユーザUの左目に画像を提供するように構成された左目用の表示部とユーザUの右目に画像を提供するように構成された右目用の表示部から構成されてもよい。また、HMD110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、視野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、HMD110に搭載されたカメラで撮影した画像を視野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、視野画像の一部から現実空間を視認可能にしてもよい。

- [0012] HMDセンサ114は、HMD110の表示部112の近傍に搭載される。HMDセンサ114は、地磁気センサ、加速度センサ、傾きセンサ（角速度センサやジャイロセンサ等）のうちの少なくとも1つを含み、ユーザUの頭部に装着されたHMD110の各種動きを検出することができる。
- [0013] 注視センサ140は、ユーザUの視線方向を検出するアイトラッキング機能を有する。注視センサ140は、例えば、右目用注視センサと、左目用注視センサを備えてもよい。右目用注視センサは、ユーザUの右目に例えば赤外光を照射して、右目（特に、角膜や虹彩）から反射された反射光を検出することで、右目の眼球の回転角に関する情報を取得してもよい。一方、左目用注視センサは、ユーザUの左目に例えば赤外光を照射して、左目（特に、角膜や虹彩）から反射された反射光を検出することで、左目の眼球の回転角に関する情報を取得してもよい。
- [0014] 位置センサ130は、例えば、ポジション・トラッキング・カメラにより構成され、HMD110と外部コントローラ320の位置を検出するように構成されている。位置センサ130は、制御装置120に無線又は有線により通信可能に接続されており、HMD110に設けられた図示しない複数の検知点の位置、傾き又は発光強度に関する情報を検出するように構成されている。さらに、位置センサ130は、外部コントローラ320に設けられた複数の検知点304（図4参照）の位置、傾き及び／又は発光強度に関する情報を検出するように構成されている。検知点は、例えば、赤外線や可視光を放射する発光部である。また、位置センサ130は、赤外線センサや複数の光学カメラを含んでもよい。
- [0015] 制御装置120は、HMDセンサ114や位置センサ130から取得された情報に基づいて、HMD110の位置や向きといった動き情報を取得し、当該取得された動き情報に基づいて、仮想空間における仮想視点（仮想カメラ）の位置や向きと、現実空間におけるHMD110を装着したユーザUの位置や向きを正確に対応付けることができる。さらに、制御装置120は、位置センサ130から取得された情報に基づいて、外部コントローラ320

の動き情報を取得し、当該取得された動き情報に基づいて、仮想空間内に表示される手指オブジェクト（後述する）の位置や向きと、現実空間における外部コントローラ320とHMD110との間の、位置や向きの相対関係を正確に対応付けることができる。なお、外部コントローラ320の動き情報は、HMDセンサ114と同様に、外部コントローラ320に搭載された地磁気センサ、加速度センサ、傾きセンサ等であってもよい。

[0016] 制御装置120は、注視センサ140から送信された情報に基づいて、ユーザUの右目の視線と左目の視線をそれぞれ特定し、当該右目の視線と当該左目の視線の交点である注視点を特定することができる。さらに、制御装置120は、特定された注視点に基づいて、ユーザUの視線方向を特定することができる。ここで、ユーザUの視線方向は、ユーザUの両目の視線方向であって、ユーザUの右目と左目を結ぶ線分の中点と注視点を通る直線の方に一致する。

[0017] 図2を参照して、HMD110の位置や向きに関する情報を取得する方法について説明する。図2は、HMD110を装着したユーザUの頭部を示す図である。HMD110を装着したユーザUの頭部の動きに連動したHMD110の位置や向きに関する情報は、位置センサ130及び／又はHMD110に搭載されたHMDセンサ114により検出可能である。図2に示すように、HMD110を装着したユーザUの頭部を中心として、3次元座標（ $u v w$ 座標）が規定される。ユーザUが直立する垂直方向を v 軸として規定し、 v 軸と直交しHMD110の中心を通る方向を w 軸として規定し、 v 軸および w 軸と直交する方向を u 軸として規定する。位置センサ130及び／又はHMDセンサ114は、各 $u v w$ 軸回りの角度（すなわち、 v 軸を中心とする回転を示すヨー角、 u 軸を中心とした回転を示すピッチ角、 w 軸を中心とした回転を示すロール角で決定される傾き）を検出する。制御装置120は、検出された各 $u v w$ 軸回りの角度変化に基づいて、仮想視点からの視軸を定義するための角度情報を決定する。

[0018] 図3を参照して、制御装置120のハードウェア構成について説明する。

図3は、制御装置120のハードウェア構成を示す図である。制御装置120は、制御部121と、記憶部123と、I/O（入出力）インターフェース124と、通信インターフェース125と、バス126とを備える。制御部121と、記憶部123と、I/Oインターフェース124と、通信インターフェース125は、バス126を介して互いに通信可能に接続されている。

[0019] 制御装置120は、HMD110とは別体に、パーソナルコンピュータ、タブレット又はウェアラブルデバイスとして構成されてもよいし、HMD110に内蔵されていてもよい。また、制御装置120の一部の機能がHMD110に搭載されると共に、制御装置120の残りの機能がHMD110とは別体の他の装置に搭載されてもよい。

[0020] 制御部121は、メモリとプロセッサを備えている。メモリは、例えば、各種プログラム等が格納されたROM（Read Only Memory）やプロセッサにより実行される各種プログラム等が格納される複数ワークエリアを有するRAM（Random Access Memory）等から構成される。プロセッサは、例えばCPU（Central Processing Unit）、MPU（Micro Processing Unit）及び／又はGPU（Graphics Processing Unit）であって、ROMに組み込まれた各種プログラムから指定されたプログラムをRAM上に展開し、RAMとの協働で各種処理を実行するように構成されている。

[0021] プロセッサが本実施形態に係る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（後述する）をRAM上に展開し、RAMとの協働で当該プログラムを実行することで、制御部121は、制御装置120の各種動作を制御してもよい。制御部121は、メモリや記憶部123に格納された所定のアプリケーションプログラム（ゲームプログラムやインターフェースプログラム等を含む。）を実行することで、HMD110の表示部112に仮想空間（視野画像）を表示する。これにより、ユーザUは、表示部112に

表示された仮想空間に没入することができる。

[0022] 記憶部（ストレージ）123は、例えば、HDD（Hard Disk Drive）、SSD（Solid State Drive）、USBフラッシュメモリ等の記憶装置であって、プログラムや各種データを格納するように構成されている。記憶部123は、本実施形態に係る情報処理方法をコンピュータに実行させるプログラムを格納してもよい。また、ユーザUの認証プログラムや各種画像やオブジェクトに関するデータを含むゲームプログラム等が格納されてもよい。さらに、記憶部123には、各種データを管理するためのテーブルを含むデータベースが構築されてもよい。

[0023] I/Oインターフェース124は、位置センサ130と、HMD110と、外部コントローラ320とをそれぞれ制御装置120に通信可能に接続するように構成されており、例えば、USB（Universal Serial Bus）端子、DVI（Digital Visual Interface）端子、HDMI（登録商標）（High-Definition Multimedia Interface）端子等により構成されている。尚、制御装置120は、位置センサ130と、HMD110と、外部コントローラ320とのそれぞれと無線接続されていてもよい。

[0024] 通信インターフェース125は、制御装置120をLAN（Local Area Network）、WAN（Wide Area Network）又はインターネット等の通信ネットワーク3に接続させるように構成されている。通信インターフェース125は、通信ネットワーク3を介してネットワーク上の外部装置と通信するための各種有線接続端子や、無線接続のための各種処理回路を含んでおり、通信ネットワーク3を介して通信するための通信規格に適合するように構成されている。

[0025] 図4を参照して外部コントローラ320の具体的構成の一例について説明する。外部コントローラ320は、ユーザUの身体の一部（頭部以外の部位であり、本実施形態においてはユーザUの手）の動きを検知することにより、仮想空間内に表示される手オブジェクトの動作を制御するために使用され

る。外部コントローラ320は、ユーザUの右手によって操作される右手用外部コントローラ320R（以下、単にコントローラ320Rという。）と、ユーザUの左手によって操作される左手用外部コントローラ320L（以下、単にコントローラ320Lという。）と、を有する。コントローラ320Rは、ユーザUの右手の位置や右手の手指の動きを示す装置である。また、コントローラ320Rの動きに応じて仮想空間内に存在する右手オブジェクト400R（図9参照）が移動する。コントローラ320Lは、ユーザUの左手の位置や左手の手指の動きを示す装置である。また、コントローラ320Lの動きに応じて仮想空間内に存在する左手オブジェクト400L（図9参照）が移動する。コントローラ320Rとコントローラ320Lは略同一の構成を有するので、以下では、図4を参照してコントローラ320Rの具体的構成についてのみ説明する。尚、以降の説明では、便宜上、コントローラ320L、320Rを単に外部コントローラ320と総称する場合がある。

[0026] 図4に示すように、コントローラ320Rは、操作ボタン302と、複数の検知点304と、図示しないセンサと、図示しないトランシーバとを備える。検知点304とセンサは、どちらか一方のみが設けられていてもよい。操作ボタン302は、ユーザUからの操作入力を受付けるように構成された複数のボタン群により構成されている。操作ボタン302は、プッシュ式ボタン、トリガー式ボタン及びアナログスティックを含む。プッシュ式ボタンは、親指による押下する動作によって操作されるボタンである。例えば、天面322上に2つのプッシュ式ボタン302a、302bが設けられている。トリガー式ボタンは、人差し指や中指で引き金を引くような動作によって操作されるボタンである。例えば、グリップ324の前面部分にトリガー式ボタン302eが設けられると共に、グリップ324の側面部分にトリガー式ボタン302fが設けられる。トリガー式ボタン302e、302fは、人差し指と中指によってそれぞれ操作されることが想定されている。アナログスティックは、所定のニュートラル位置から360度任意の方向へ傾けて

操作されうるスティック型のボタンである。例えば、天面322上にアナログスティック320iが設けられており、親指を用いて操作されることが想定されている。

[0027] コントローラ320Rは、グリップ324の両側面から天面322とは反対側の方向へ延びて半円状のリングを形成するフレーム326を備える。フレーム326の外側面には、複数の検知点304が埋め込まれている。複数の検知点304は、例えば、フレーム326の円周方向に沿って一列に並んだ複数の赤外線LEDである。位置センサ130は、複数の検知点304の位置、傾き又は発光強度に関する情報を検出した後に、制御装置120は、位置センサ130によって検出された情報に基づいて、コントローラ320Rの位置や姿勢（傾き・向き）に関する情報を含む動き情報を取得する。

[0028] コントローラ320Rのセンサは、例えば、磁気センサ、角速度センサ、若しくは加速度センサのいずれか、又はこれらの組み合わせであってもよい。センサは、ユーザUがコントローラ320Rを動かしたときに、コントローラ320Rの向きや動きに応じた信号（例えば、磁気、角速度、又は加速度に関する情報を示す信号）を出力する。制御装置120は、センサから出力された信号に基づいて、コントローラ320Rの位置や姿勢に関する情報を取得する。

[0029] コントローラ320Rのトランシーバは、コントローラ320Rと制御装置120との間でデータを送受信するように構成されている。例えば、トランシーバは、ユーザUの操作入力に対応する操作信号を制御装置120に送信してもよい。また、トランシーバは、検知点304の発光をコントローラ320Rに指示する指示信号を制御装置120から受信してもよい。さらに、トランシーバは、センサによって検出された値を示す信号を制御装置120に送信してもよい。

[0030] 図5から図8を参照することで視野画像をHMD110に表示するための処理について説明する。図5は、視野画像をHMD110に表示する処理を示すフローチャートである。図6は、仮想空間200の一例を示すx y z空

間図である。図7における状態(a)は、図6に示す仮想空間200のy×平面図である。図7における状態(b)は、図6に示す仮想空間200のz×平面図である。図8は、HMD110に表示された視野画像Mの一例を示す図である。

[0031] 図5に示すように、ステップS1において、制御部121(図3参照)は、仮想カメラ300と、各種オブジェクトを含む仮想空間200を示す仮想空間データを生成する。図6に示すように、仮想空間200は、中心位置21を中心とした全天球として規定される(図6では、上半分の天球のみが図示されている)。また、仮想空間200では、中心位置21を原点とするxyz座標系が設定されている。仮想カメラ300は、HMD110に表示される視野画像M(図8参照)を特定するための視軸Lを規定している。仮想カメラ300の視野を定義するuvw座標系は、現実空間におけるユーザUの頭部を中心として規定されたuvw座標系に連動するように決定される。また、制御部121は、HMD110を装着したユーザUの現実空間における移動に応じて、仮想カメラ300を仮想空間200内で移動させてもよい。また、仮想空間200内における各種オブジェクトは、例えば、左手オブジェクト400L、右手オブジェクト400R、壁オブジェクト500を含む(図9参照)。

[0032] ステップS2において、制御部121は、仮想カメラ300の視野CV(図7参照)を特定する。具体的には、制御部121は、位置センサ130及び/又はHMDセンサ114から送信されたHMD110の状態を示すデータに基づいて、HMD110の位置や傾きに関する情報を取得する。次に、制御部121は、HMD110の位置や傾きに関する情報に基づいて、仮想空間200内における仮想カメラ300の位置や向きを特定する。次に、制御部121は、仮想カメラ300の位置や向きから仮想カメラ300の視軸Lを決定し、決定された視軸Lから仮想カメラ300の視野CVを特定する。ここで、仮想カメラ300の視野CVは、HMD110を装着したユーザUが視認可能な仮想空間200の一部の領域に相当する。換言すれば、視野

CVは、HMD 110に表示される仮想空間200の一部の領域に相当する。また、視野CVは、状態(a)に示すxy平面において、視軸Lを中心とした極角 α の角度範囲として設定される第1領域CVaと、状態(b)に示すxz平面において、視軸Lを中心とした方位角 β の角度範囲として設定される第2領域CVbとを有する。尚、制御部121は、注視センサ140から送信されたユーザUの視線方向を示すデータに基づいて、ユーザUの視線方向を特定し、ユーザUの視線方向に基づいて仮想カメラ300の向きを決定してもよい。

[0033] 制御部121は、位置センサ130及び／又はHMDセンサ114からのデータに基づいて、仮想カメラ300の視野CVを特定することができる。ここで、HMD 110を装着したユーザUが動くと、制御部121は、位置センサ130及び／又はHMDセンサ114から送信されたHMD 110の動きを示すデータに基づいて、仮想カメラ300の視野CVを変化させることができる。つまり、制御部121は、HMD 110の動きに応じて、視野CVを変化させることができる。同様に、ユーザUの視線方向が変化すると、制御部121は、注視センサ140から送信されたユーザUの視線方向を示すデータに基づいて、仮想カメラ300の視野CVを移動させることができる。つまり、制御部121は、ユーザUの視線方向の変化に応じて、視野CVを変化させることができる。

[0034] ステップS3において、制御部121は、HMD 110の表示部112に表示される視野画像Mを示す視野画像データを生成する。具体的には、制御部121は、仮想空間200を規定する仮想空間データと、仮想カメラ300の視野CVとに基づいて、視野画像データを生成する。

[0035] ステップS4において、制御部121は、視野画像データに基づいて、HMD 110の表示部112に視野画像Mを表示する(図7参照)。このように、HMD 110を装着しているユーザUの動きに応じて、仮想カメラ300の視野CVが更新され、HMD 110の表示部112に表示される視野画像Mが更新されるので、ユーザUは仮想空間200に没入することができる。

。

[0036] 仮想カメラ300は、左目用仮想カメラと右目用仮想カメラを含んでもよい。この場合、制御部121は、仮想空間データと左目用仮想カメラの視野に基づいて、左目用の視野画像を示す左目用視野画像データを生成する。さらに、制御部121は、仮想空間データと、右目用仮想カメラの視野に基づいて、右目用の視野画像を示す右目用視野画像データを生成する。その後、制御部121は、左目用視野画像データと右目用視野画像データに基づいて、HMD110の表示部112に左目用視野画像と右目用視野画像を表示する。このようにして、ユーザUは、左目用視野画像と右目用視野画像から、視野画像を3次元画像として視認することができる。本開示では、説明の便宜上、仮想カメラ300の数は一つとするが、本開示の実施形態は、仮想カメラの数が2つの場合でも適用可能である。

[0037] 仮想空間200に含まれる左手オブジェクト400L、右手オブジェクト400R及び壁オブジェクト500について図9を参照して説明する。状態(a)は、HMD110とコントローラ320L、320Rを装着したユーザUを示す。状態(b)は、仮想カメラ300と、左手オブジェクト400L（操作オブジェクトの一例）と、右手オブジェクト400R（操作オブジェクトの一例）と、壁オブジェクト500（対象オブジェクトの一例）とを含む仮想空間200を示す。

[0038] 図9に示すように、仮想空間200は、仮想カメラ300と、左手オブジェクト400Lと、右手オブジェクト400Rと、壁オブジェクト500とを含む。制御部121は、これらのオブジェクトを含む仮想空間200を規定する仮想空間データを生成している。上述したように、仮想カメラ300は、ユーザUが装着しているHMD110の動きに連動する。つまり、仮想カメラ300の視野は、HMD110の動きに応じて更新される。左手オブジェクト400Lは、ユーザUの左手に装着されるコントローラ320Lの動きに応じて移動する操作オブジェクトである。同様に、右手オブジェクト400Rは、ユーザUの右手に装着されるコントローラ320Rの動きに

じて移動する操作オブジェクトである。以降では、説明の便宜上、左手オブジェクト400Lと右手オブジェクト400Rを単に手オブジェクト400と総称する場合がある。また、左手オブジェクト400Lと右手オブジェクト400Rは、それぞれコリジョンエリアCAを有する。コリジョンエリアCAは、手オブジェクト400と対象オブジェクト（例えば、壁オブジェクト500）とのコリジョン判定（当たり判定）に供される。例えば、手オブジェクト400のコリジョンエリアCAと対象オブジェクトのコリジョンエリアとが接触することで、壁オブジェクト500等の対象オブジェクトに所定の影響が与えられる。図9に示すように、コリジョンエリアCAは、例えば、手オブジェクト400の中心位置を中心とした直径Rを有する球により規定されてもよい。以下の説明では、コリジョンエリアCAは、オブジェクトの中心位置を中心とした直径Rの球状に形成されているものとする。

[0039] 壁オブジェクト500は、左手オブジェクト400L、右手オブジェクト400Rによって影響を受ける対象オブジェクトである。例えば、左手オブジェクト400Lが壁オブジェクト500に接触した場合、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAに接触する壁オブジェクト500の部分が破壊される。また、壁オブジェクト500もコリジョンエリアを有しており、本実施形態では、壁オブジェクト500のコリジョンエリアは、壁オブジェクト500を構成する領域に一致しているものとする。

[0040] 別の本実施形態に係る情報処理方法について図10から図12を参照して説明する。図10は、本実施形態に係る情報処理方法を説明するためのフローチャートである。図11の状態(a)は、ユーザUがコントローラ320Lを前方(+W方向)に大きく移動させた状態を示す図である。図11の状態(b)は、図11の状態(a)において、左手オブジェクト400Lによって破壊された壁オブジェクト500を示す図である。図12の状態(a)は、ユーザUがコントローラ320Lを前方(+w方向)に小さく移動させた状態を示す図である。図12の状態(b)は、図12の状態(a)に示す状態において、左手オブジェクト400Lによって破壊された壁オブジェク

ト500を示す図である。

[0041] 本実施形態に係る情報処理方法では、制御部121は、コントローラ320Lが壁オブジェクト500に与える影響を規定するコリジョン効果を設定すると共に、コントローラ320Rが壁オブジェクト500に与える影響を規定するコリジョン効果を設定するように構成されている。一方、コントローラ320L、320Rは略同一の構成を有するため、以降では、説明の便宜上、コントローラ320Lが壁オブジェクト500に与える影響を規定するコリジョン効果についてのみ言及する。また、制御部121は、図10に示す各処理をフレーム（動画像を構成する静止画像）毎に実行するものとする。尚、制御部121は、図10に示す各処理を所定の時間間隔ごとに実行してもよい。

[0042] 図10に示すように、ステップS11において、制御部121は、HMD110とコントローラ320Lとの間の距離D（相対的な関係の一例）を特定する。具体的には、制御部121は、位置センサ130から取得された情報に基づいて、HMD110の位置情報と、コントローラ320Lの位置情報を取得し、当該取得された各位置情報に基づいて、HMD110のw軸方向におけるHMD110とコントローラ320Lとの間の距離Dを特定する。尚、本実施形態では、制御部121は、w軸方向におけるHMD110とコントローラ320Lとの間の距離Dを特定しているが、w軸方向以外の所定方向におけるHMD110とコントローラ320Lとの間の距離を特定してもよい。さらに、制御部121は、HMD110とコントローラ320Lとの間の直線距離を特定してもよい。この場合、HMD110の位置ベクトルを P_H とし、コントローラ320Lの位置ベクトルを P_L とした場合、HMD110とコントローラ320Lとの間の直線距離は $|P_H - P_L|$ となる。

[0043] 次に、ステップS12において、制御部121は、HMD110に対するコントローラ320Lの相対速度Vを特定する。具体的には、制御部121は、位置センサ130から取得された情報に基づいて、HMD110の位置

情報と、コントローラ320Lの位置情報を取得し、当該取得された各位置情報に基づいて、w軸方向におけるHMD110に対するコントローラ320Lの相対速度V（相対的な関係の一例）を特定する。

[0044] 例えば、n番目（nは1以上の整数）のフレームのときのw軸方向におけるHMD110とコントローラ320Lとの間の距離を D_n とし、(n+1)番目のフレームのときのw軸方向におけるHMD110とコントローラ320Lとの間の距離を D_{n+1} とし、各フレーム間の時間間隔を ΔT とした場合、n番目のフレームのときのw軸方向における相対速度 V_n は $V_n = (D_n - D_{n+1}) / \Delta T$ となる。ここで、動画像のフレームレートが90fpsである場合、 ΔT は $1/90$ となる。

[0045] 次に、ステップS13において、制御部121は、特定された距離Dが所定の距離 D_{th} よりも大きいかどうかを判定すると共に、特定された相対速度Vが所定の相対速度 V_{th} よりも大きいかどうかを判定する。ここで、所定の距離 D_{th} と所定の相対速度 V_{th} はゲーム内容に応じて適宜設定されてもよい。制御部121は、特定された距離Dが所定の距離 D_{th} よりも大きく（ $D > D_{th}$ ）、且つ特定された相対速度Vが所定の相対速度 V_{th} よりも大きい（ $V > V_{th}$ ）と判定した場合（ステップS13でYES）、図11の状態（b）に示すように、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAの直径Rを直径R2に設定する（ステップS14）。一方、制御部121は、 $D > D_{th}$ 且つ $V > V_{th}$ でないと判定した場合（ステップS13でNO）、図12の状態（b）に示すように、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAの直径Rを直径R1（ $R1 < R2$ ）に設定する（ステップS15）。このように、HMD110とコントローラ320Lとの間の距離DとHMD110に対するコントローラ320Lの相対速度Vに応じて、コリジョンエリアCAの大きさが設定される。尚、ステップS14、S15では、コリジョンエリアCAの直径の代わりに、距離Dと相対速度Vに応じてコリジョンエリアCAの半径が設定されてもよい。

[0046] 次に、ステップS16において、制御部121は、壁オブジェクト500

が左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAに接触しているかどうかを判定する。制御部121は、壁オブジェクト500が左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAに接触していると判定した場合（ステップS16でYES）、コリジョンエリアCAに接触している壁オブジェクト500の部分に所定の影響を与える（ステップS17）。例えば、コリジョンエリアCAに接触している壁オブジェクト500の部分が破壊されてもよいし、所定のダメージ量が壁オブジェクト500に与えられてもよい。図11の状態（b）に示すように、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAに接触する壁オブジェクト500の部分が破壊される。また、図11の状態（b）に示す左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAは、図12の状態（b）に示す左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAよりも大きいので（ $R2 > R1$ であるため）、図11に示す状態では、図12に示す状態よりも左手オブジェクト400Lにより破壊される壁オブジェクト500の量が大きくなる。

[0047] 一方、制御部121は、壁オブジェクト500が左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAに接触していないと判定した場合（ステップS16でNO）、壁オブジェクト500には所定の影響は与えられない。その後、制御部121は、壁オブジェクト500を含む仮想空間を規定する仮想空間データを更新した上で、更新された仮想空間データに基づいて次のフレーム（静止画像）をHMD110に表示する（ステップS18）。その後、処理がステップS11に戻る。

[0048] このように、本実施形態によれば、HMD110とコントローラ320Lとの間の相対的な関係（相対位置関係と相対速度）に応じて、コントローラ320Lが壁オブジェクト500に与える影響（コリジョン効果）が設定されるので、仮想空間200に対するユーザUの没入感をさらに高めることが可能となる。特に、HMD110とコントローラ320Lとの間の距離DとHMD110に対するコントローラ320Lの相対速度Vとに応じて、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAの大きさ（直径）が設定され

る。さらに、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAと壁オブジェクト500との間の位置関係に応じて、壁オブジェクト500に所定の影響が与えられる。このため、仮想空間200に対するユーザUの没入感をさらに高めることが可能となる。

[0049] より具体的には、図11に示すように、ユーザUがコントローラ320Lを大きく且つ素早く動かしたときに（つまり、ユーザUが $D > D_{th}$ 且つ $V > V_{th}$ を満たすようにコントローラ320Lを動かしたときに）、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAが大きくなるため、左手オブジェクト400Lによって破壊される壁オブジェクト500の量が大きくなる。一方、図12に示すように、ユーザUがコントローラ320Lを小さく動かしたときに（少なくともユーザUが $D \leq D_{th}$ となるようにコントローラ320Lを動かしたときに）、左手オブジェクト400Lによって破壊される壁オブジェクト500の量が小さくなる。このため、ユーザUの動作に応じて破壊される壁オブジェクト500の量が変化するため、ユーザUはさらに仮想空間に没入することができ、リッチな仮想体験が提供される。

[0050] 尚、本実施形態では、ステップS13において距離 $D > D_{th}$ 且つ相対速度 $V > V_{th}$ であるかどうか判定されているが、距離 $D > D_{th}$ のみが判定されてもよい。この場合、制御部121は、距離 $D > D_{th}$ であると判定した場合、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAの直径Rを直径R2に設定する。一方、制御部121は、距離 $D \leq D_{th}$ であると判定した場合、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAの直径Rを直径R1に設定する。さらに、ステップS13において、相対速度 $V > V_{th}$ のみが判定されてもよい。この場合も同様に、制御部121は、相対速度 $V > V_{th}$ であると判定した場合、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAの直径Rを直径R2に設定する。一方、制御部121は、相対速度 $V \leq V_{th}$ であると判定した場合、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAの直径Rを直径R1に設定する。

[0051] さらに、ステップS13において、HMD110に対するコントローラ3

20Lの相対加速度 a が所定の相対加速度 a_{th} よりも大きいかどうか($a > a_{th}$)が判定されてもよい。この場合、ステップS13の前において、制御部121は、w軸方向におけるHMD110に対するコントローラ320Lの相対加速度 a (相対的な関係の一例)を特定する。

[0052] 例えば、 n 番目(n は1以上の整数)のフレームのときのw軸方向におけるHMD110に対するコントローラ320Lの相対速度を V_n とし、 $(n+1)$ 番目のフレームのときのw軸方向におけるHMD110に対するコントローラ320Lの相対速度を V_{n+1} とし、各フレーム間の時間間隔を ΔT とした場合、 n 番目のフレームのときのw軸方向における相対加速度 a_n は $a_n = (V_n - V_{n+1}) / \Delta T$ となる。

[0053] この場合、制御部121は、相対加速度 $a > a_{th}$ であると判定した場合、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAの直径 R を直径 R_2 に設定する。一方、制御部121は、相対加速度 $a \leq a_{th}$ であると判定した場合、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAの直径 R を直径 R_1 に設定する。

[0054] さらに、ステップS13において、距離 $D > D_{th}$ 且つ相対加速度 $a > a_{th}$ であるかどうか判定されてもよい。この場合も同様に、制御部121は、距離 $D > D_{th}$ 且つ相対加速度 $a > a_{th}$ であると判定した場合、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAの直径 R を直径 R_2 に設定する。一方、制御部121は、距離 $D > D_{th}$ 且つ相対加速度 $a > a_{th}$ でないと判定した場合、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAの直径 R を直径 R_1 に設定する。

[0055] また、本実施形態では、ステップS13で規定された判定条件が満たされた場合に、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAの直径 R が直径 R_1 に設定されている。しかしながら、当該判定条件が満たされた場合に、制御部121は、コリジョンエリアCAの直径 R と相対速度 V との間の関係を示すテーブルや関数を参照することで、相対速度 V の大きさに応じて連続的又は段階的にコリジョンエリアCAの直径 R (換言すれば、コリジョン

エリアCAの大きさ)を変化させてもよい。例えば、制御部121は、相対速度Vが大きくなるに連れて、連続的又は段階的にコリジョンエリアCAの直径R(換言すれば、コリジョンエリアCAの大きさ)を増大させてもよい。

[0056] 同様に、当該判定条件が満たされた場合に、制御部121は、コリジョンエリアCAの直径Rと距離Dとの間の関係を示すテーブルや関数を参照することで、距離Dの大きさに応じて連続的又は段階的にコリジョンエリアCAの直径R(換言すれば、コリジョンエリアCAの大きさ)を変化させてもよい。例えば、制御部121は、距離Dが大きくなるに連れて、連続的又は段階的にコリジョンエリアCAの直径R(換言すれば、コリジョンエリアCAの大きさ)を増大させてもよい。

[0057] (変形例)

図10と図13を参照して本実施形態の変形例に係る情報処理方法について説明する。図13の状態(a)及びの状態(b)は、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAと壁オブジェクト500に影響を与える影響範囲EAを示している。図13の状態(a)に示すコリジョンエリアCAの大きさ(直径)は、図13の状態(b)に示すコリジョンエリアCAの大きさ(直径)と同一である一方で、図13の状態(a)に示す影響範囲EAの大きさ(直径)は、図13の状態(b)に示す影響範囲EAの大きさ(直径)よりも小さい。ここで、左手オブジェクト400Lの影響範囲EAは、左手オブジェクト400Lが壁オブジェクト500等の対象オブジェクトに影響を与える範囲として規定される。

[0058] 本実施形態に係る情報処理方法では、図10に示すステップS13で規定される判定条件が満たされた場合(ステップS13でYES)、コリジョンエリアCAの直径Rが直径R2に設定される一方(ステップS14)、当該判定条件が満たされない場合(ステップS13でNO)、コリジョンエリアCAの直径Rが直径R1($R2 > R1$)に設定される(ステップS15)。

[0059] これに対して、変形例に係る情報処理方法では、ステップS13で規定さ

れる判定条件が満たされた場合（ステップS13でYES）、図13の状態（b）に示すように、コリジョンエリアCAの直径Rが直径R1に設定されると共に、影響範囲EAの直径がRbに設定される。一方、当該判定条件が満たされない場合（ステップS13でNO）、図13の状態（a）に示すように、コリジョンエリアCAの直径Rが直径R1に設定されると共に、影響範囲EAの直径がRa（ $Rb > Ra$ ）に設定される。このように、変形例に係る情報処理方法では、ステップS13で規定される判定条件に応じて、コリジョンエリアCAの直径は変更されない一方で、影響範囲EAの直径が変更される。

[0060] その後、ステップS16において、制御部121は、壁オブジェクト500が左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCA又は影響範囲EAに接触しているかどうかを判定する。制御部121は、壁オブジェクト500が左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCA又は影響範囲EAに接触していると判定した場合（ステップS16でYES）、コリジョンエリアCA又は影響範囲EAに接触している壁オブジェクト500の部分に所定の影響を与える（ステップS17）。例えば、図13に示すように、コリジョンエリアCA又は影響範囲EAに接触している壁オブジェクト500の部分が破壊される。また、図13の状態（b）に示す左手オブジェクト400Lの影響範囲EAは、図13の状態（a）に示す左手オブジェクト400Lの影響範囲EAよりも大きいので（ $Rb > Ra$ であるため）、図13の状態（b）に示す場合には、図13の状態（a）に示す場合よりも左手オブジェクト400Lにより破壊される壁オブジェクト500の量が大きくなる。

[0061] 一方、制御部121は、壁オブジェクト500が左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCA又は影響範囲EAに接触していないと判定した場合（ステップS16でNO）、壁オブジェクト500には所定の影響は与えられない。

[0062] このように、本変形例によれば、HMD110とコントローラ320Lとの間の相対的な関係（距離と相対速度）に応じて、コントローラ320Lが

壁オブジェクト500に与える影響（コリジョン効果）が設定されるので、仮想空間200に対するユーザUの没入感をさらに高めることが可能となる。特に、ステップS13で規定される判定条件に応じて、左手オブジェクト400Lの影響範囲EAの大きさ（直径）が設定される。さらに、コリジョンエリアCA及び影響範囲EAと壁オブジェクト500との間の位置関係に応じて、壁オブジェクト500に所定の影響が与えられる。このため、仮想空間200に対するユーザUの没入感をさらに高め、リッチな仮想体験を提供することが可能となる。

[0063] 制御部121によって実行される各種処理をソフトウェアによって実現するために、本実施形態に係る情報処理方法をコンピュータ（プロセッサ）に実行させるための情報処理プログラムが記憶部123又はROMに予め組み込まれていてもよい。または、情報処理プログラムは、磁気ディスク（HDD、フロッピーディスク）、光ディスク（CD-ROM、DVD-ROM、Blu-ray（登録商標）ディスク等）、光磁気ディスク（MO等）、フラッシュメモリ（SDカード、USBメモリ、SSD等）等のコンピュータ読取可能な記憶媒体に格納されていてもよい。この場合、記憶媒体が制御装置120に接続されることで、当該記憶媒体に格納されたプログラムが、記憶部123に組み込まれる。そして、記憶部123に組み込まれた情報処理プログラムがRAM上にロードされて、プロセッサがロードされた当該プログラムを実行することで、制御部121は本実施形態に係る情報処理方法を実行する。

[0064] また、情報処理プログラムは、通信ネットワーク3上のコンピュータから通信インターフェース125を介してダウンロードされてもよい。この場合も同様に、ダウンロードされた当該プログラムが記憶部123に組み込まれる。

[0065] 別の実施形態に係る情報処理方法について図14から図17を参照して説明する。図14は、本実施形態に係る情報処理方法を説明するためのフローチャートである。図15における状態（a）は、ユーザU自身が前方（+w

方向)を向いた状態でコントローラ320Lを前方に移動させた様子を示す。図15における状態(b)は、状態(a)に示す状態において、左手オブジェクト400Lによって破壊される壁オブジェクト500を示す。図16における状態(a)は、図15における状態(a)に対応し、HMD110とコントローラ320の位置関係を示す。図16における状態(b)は、壁オブジェクト500が破壊されることによる壁オブジェクト500、および、仮想カメラ300における状態の変化を示す。図17における状態(a)は、壁オブジェクト500が破壊された後であって、仮想カメラ300が移動される前の状態を、仮想空間200におけるY方向から見た様子を示す。図17における状態(b)は、壁オブジェクト500が破壊された後であって、仮想カメラ300が移動された後の状態を、仮想空間200におけるY方向から見た様子を示す。

[0066] 図14に示すように、ステップS10Aにおいて、HMD110に提示される視野画像を特定する。本実施形態においては、図15の状態(b)に示すように、仮想カメラ300の前方に壁オブジェクト500、および、手オブジェクト400L、400Rが存在している。従って、図8に示すように、視野画像M内には、壁オブジェクト500のうち仮想カメラ300に対向する側の面である対向部分510が表示される。視野内において壁オブジェクト500と仮想カメラ300の間に手オブジェクト400L、400Rが存在しているため、手オブジェクト400L、400Rが対向部分510に重畳されるようにして視野画像M内に表示されている。

[0067] ステップS11Aにおいて、制御部121は、コントローラ320によって検知されるユーザUの手の動きに応じて、前述のように手オブジェクト400を動かす。

[0068] ステップS12Aにおいて、制御部121は、壁オブジェクト500と手オブジェクト400が所定の条件を満たしたか否かを判定する。本実施形態においては、左手オブジェクト400L、右手オブジェクト400Rに設定されたコリジョンエリアCAに基づいて、各手オブジェクト400と壁オブジ

ェクト500が接触したか否かを判定する。接触した場合には、ステップS13Aへ進む。接触していない場合には、再びユーザの手の動き情報を待ち受け、手オブジェクト400を動かす制御を継続する。

[0069] ステップS13Aにおいて、制御部121は、壁オブジェクト500のうち仮想カメラ300と対向する対向部分510の位置を、仮想カメラ300から遠ざけるように変化させる。本実施形態においては、図15の状態(b)に示すように、ユーザUの左手の移動に基づいて左手オブジェクト400Lが壁オブジェクト500と接触することにより、図16の状態(b)に示すように壁オブジェクト500の一部が破壊される。具体的には、壁オブジェクト500のうち対向部分510を含む一部の領域が消去されることにより、仮想カメラ300から視軸方向(+w方向)に新たな対向部分510が形成されるように、壁オブジェクト500が変化する。これにより、ユーザは自らの左手を動かすことにより、壁オブジェクト500の一部を破壊したような仮想体験を得ることができる。

[0070] ステップS14Aにおいて、制御部121は、手オブジェクト400と壁オブジェクト500が接触した位置が、仮想カメラ300の視野内に位置しているかどうかを判定する。視野内に位置していた場合にはステップS15Aに進み、制御部121は、仮想カメラ300を移動させる処理を実行する。視野内に位置していなかった場合には、再びユーザの手の動き情報を待ち受け、手オブジェクト400を動かす制御を継続する。

[0071] ステップS15Aにおいて、制御部121は、HMD110の動きに連動させずに仮想カメラ300を動かす。具体的には、図16の状態(b)に示すように、壁オブジェクト500が破壊された仮想カメラ300の視軸方向(+w方向)に仮想カメラ300を前進させる。ユーザUが壁オブジェクト500の一部を破壊した場合には、ユーザUはさらに壁オブジェクト500を破壊させるべく行動を実行することが予想される。この場合、対向部分510が仮想カメラ300から見て後退しているため、ユーザUが手を伸ばしたとしても手オブジェクト400が壁オブジェクト500に届かないため、ユ

ーザUは仮想カメラ300を前進させる必要がある。本実施形態においては、ユーザUによるHMD110を前進させる動作を要することなく、換言すれば、HMD110の動きと連動させずに仮想カメラ300を壁オブジェクト500に近づけるように動かすことで、ユーザUの手間を削減しつつ直感的な操作感を提供することができる。

[0072] 本実施形態においては、仮想カメラ300を移動させる場合に、HMD110と手の相対位置関係を維持するように、手オブジェクト400を仮想カメラ300の動きに追随して動かすことが好ましい。例えば、図16の状態(a)に示すように、現実空間におけるHMD110と左手(左手コントローラ320L)の間の+w方向における距離d1、HMD110と右手(右手コントローラ320R)の間の+w方向における距離d2である場合を想定する。この場合、図16の状態(b)に示すように、移動前の仮想カメラ300と左手オブジェクト400Lの間の+x方向における距離はd1であり、移動前の仮想カメラ300と右手オブジェクト400Rの間の+x方向における距離はd2に設定される。上述のような仮想カメラの移動方向および移動量を定義する移動ベクトルFが特定された場合、仮想カメラ300の移動に追随して、手オブジェクト400が移動される。即ち、移動後の仮想カメラ300と左手オブジェクト400Lの間の+x方向における距離はd1であり、移動後の仮想カメラ300と右手オブジェクト400Rの間の+x方向における距離はd2に設定される。このように手オブジェクト400が移動されることにより、ユーザUは移動後も手オブジェクト400を介して対象オブジェクトと直感的に相互作用することを継続できる。なお、w方向およびx方向以外の方向についての相対位置関係についても同様である。

[0073] 本実施形態においては、手オブジェクト400を仮想カメラ300の移動に連動して移動させる場合に、手オブジェクト400が壁オブジェクト500に接触しないように仮想カメラ300を移動させることが好ましい。例えば、図16の状態(b)に示すように、移動ベクトルFの大きさは、手オブジェクト400(およびそのコリジョンエリアCA)が+x方向において壁

オブジェクト500の手前側に位置されるように設定される。これにより、仮想カメラ300の移動後に再度手オブジェクト400が壁オブジェクト500に接触して再び対向部分510が後退し、ユーザUが意図しない壁オブジェクト500の変化、および、仮想カメラ300の移動が生じることを防止できる。

[0074] 本実施形態における移動ベクトルFの設定例を、図17を参照して説明する。図17は、仮想カメラ300が移動される前後の状態を、仮想空間200におけるY方向から見た様子を示す。図17の状態(a)において、左手オブジェクト400Lと壁オブジェクト500の接触により、対向部分510が後退したものとする。

[0075] 仮想カメラ300の移動ベクトルFの方向は、仮想カメラ300と左手オブジェクト400Lの位置関係によらず、仮想カメラ300と左手オブジェクト400Lが接触した時点における仮想カメラ300の視軸Lが延びる方向であることが好ましい。これにより、ユーザUから見て前方方向に仮想カメラ300が移動されることとなり、ユーザUによる移動方向の予測可能性が高まる。その結果、仮想カメラ300の移動によりユーザUが受ける映像酔い(所謂、VR酔い)を軽減することができる。なお、仮想カメラ300の移動が開始し、移動が完了する前にユーザUが頭を動かし、仮想カメラの向きが変化したとしても、仮想カメラ300と左手オブジェクト400Lが接触した時点における仮想カメラ300の視軸Lが延びる方向に仮想カメラ300を移動させることが好ましい。これによりユーザUによる移動方向の予測可能性が高まり、VR酔いが軽減される。

[0076] 仮想カメラ300の移動ベクトルFの大きさは、左手オブジェクト400Lと壁オブジェクト500が接触した位置が、仮想カメラ300の視軸Lから離れるに従って、小さくすることが好ましい。これにより、仮想カメラ300を視軸L方向に移動させたとしても、仮想カメラ300の移動後に再度左手オブジェクト400Lが壁オブジェクト500に接触することを好適に防止できる。

- [0077] 図17の状態(a)において、左手オブジェクト400Lと壁オブジェクト500が接触した位置と、仮想カメラ300の視軸Lとの距離を、仮想カメラ300から左手オブジェクト400Lへ向かう方向と視軸Lの間の角度 θ に基づいて定義してもよい。壁オブジェクト500が接触した左手オブジェクト400Lの位置と、仮想カメラ300の位置との間の距離をDとすると、 $D * \cos \theta$ によって定義される距離F1を得る。移動ベクトルFの大きさを $\alpha D * \cos \theta$ (α は、 $0 < \alpha < 1$ なる定数)と定義することにより、移動ベクトルFの大きさは、左手オブジェクト400Lと壁オブジェクト500が接触した位置が、仮想カメラ300の視軸Lから離れるに従って、小さくなる。
- [0078] ステップS16Aにおいて、制御部121は、移動された仮想カメラ300の視野に基づいて、視野画像を更新する。更新された視野画像がHMD110に提示されることにより、ユーザUは仮想空間内における移動を体験することができる。
- [0079] 別の実施形態に係る情報処理方法について図18から図20を参照して説明する。図18は、本実施形態に係る情報処理方法を説明するためのフローチャートである。図19の状態(a)は、ユーザU自身が前方(+w方向)に所定速度 v_{th} より速い絶対速度 v で移動している様子を示す図である。図19の状態(b)は、図19の状態(a)において、左手オブジェクト400Lによって破壊された壁オブジェクト500を示す図である。図20の状態(a)は、ユーザU自身が前方(+w方向)に所定速度 v_{th} より遅い絶対速度 v で移動している様子を示す図である。図20の状態(b)は、図20の状態(a)において、左手オブジェクト400Lによって破壊された壁オブジェクト500を示す図である。
- [0080] 本実施形態に係る情報処理方法では、制御部121は、コントローラ320Lが壁オブジェクト500に与える影響を規定するコリジョン効果を設定すると共に、コントローラ320Rが壁オブジェクト500に与える影響を規定するコリジョン効果を設定するように構成されている。一方、コントロ

ーラ320L, 320Rは略同一の構成を有するため、以降では、説明の便宜上、コントローラ320Lが壁オブジェクト500に与える影響を規定するコリジョン効果についてのみ言及する。また、制御部121は、図18に示す各処理をフレーム（動画像を構成する静止画像）毎に実行するものとする。尚、制御部121は、図18に示す各処理を所定の時間間隔ごとに実行してもよい。

[0081] 図18に示すように、ステップS11Bにおいて、制御部121は、HMD110の絶対速度 v を特定する。ここで、絶対速度 v とは、現実空間内の所定の場所に設置された位置センサ130に対するHMD110の速度を指す。また、ユーザUがHMD110を装着しているため、HMD110の絶対速度はユーザUの絶対速度に相当する。つまり、本実施形態では、HMD110の絶対速度を特定することで、ユーザUの絶対速度を特定している。

[0082] 具体的には、制御部121は、位置センサ130から取得された情報に基づいて、HMD110の位置情報を取得し、当該取得された位置情報に基づいて、HMD110の w 軸方向におけるHMD110の絶対速度 v を特定する。尚、本実施形態では、制御部121は、 w 軸方向におけるHMD110の絶対速度 v を特定しているが、 w 軸方向以外の所定方向におけるHMD110の絶対速度 v を特定してもよい。

[0083] 例えば、 n 番目（ n は1以上の整数）のフレームのときのHMD110の位置 P_n の w 軸方向の位置を w_n とし、 $(n+1)$ 番目のフレームのときのHMD110の位置 P_{n+1} の w 軸方向の位置を w_{n+1} とし、各フレーム間の時間間隔を ΔT とした場合、 n 番目のフレームのときの w 軸方向におけるHMD110の絶対速度 v_n は、 $v_n = (w_{n+1} - w_n) / \Delta T$ となる。ここで、動画像のフレームレートが90fpsである場合、 ΔT は $1/90$ となる。

[0084] 次に、ステップS12Bにおいて、制御部121は、特定されたHMD110の絶対速度 v が所定速度 v_{th} よりも大きいかどうかを判定する。ここで、所定速度 v_{th} はゲーム内容に応じて適宜設定されてもよい。制御部12

1は、特定された絶対速度 v が所定速度 v_{th} よりも大きい ($v > v_{th}$) と判定した場合 (ステップS12BでYES)、図19の状態 (b) に示すように、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAの直径 R を直径 R_2 に設定する (ステップS13B)。一方、制御部121は、特定された絶対速度 v が所定速度 v_{th} 以下である ($v \leq v_{th}$) と判定した場合 (ステップS12BでNO)、図20の状態 (b) に示すように、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAの直径 R を直径 R_1 ($R_1 < R_2$) に設定する (ステップS14B)。このように、HMD110の絶対速度 v に応じて、コリジョンエリアCAの大きさが設定される。尚、ステップS13B, S14Bでは、コリジョンエリアCAの直径の代わりに、絶対速度 v に応じてコリジョンエリアCAの半径が設定されてもよい。また、所定速度 $v_{th} = 0$ である場合、制御部121は、HMD110が+w方向に移動していることを判定したときに、ステップS13Bの処理を実行する一方、HMD110が+w方向に移動していないと判定したときに、ステップS14Bの処理を実行する。

[0085] 次に、ステップS15Bにおいて、制御部121は、壁オブジェクト500が左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAに接触しているかどうかを判定する。制御部121は、壁オブジェクト500が左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAに接触していると判定した場合 (ステップS15BでYES)、コリジョンエリアCAに接触している壁オブジェクト500の部分に所定の影響を与える (ステップS16B)。例えば、コリジョンエリアCAに接触している壁オブジェクト500の部分が破壊されてもよいし、所定のダメージ量が壁オブジェクト500に与えられてもよい。図19の状態 (b) に示すように、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAに接触する壁オブジェクト500の部分が破壊される。また、図19の状態 (b) に示す左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAは、図20の状態 (b) に示す左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAよりも大きいので ($R_2 > R_1$ であるため)、図19に示す状態では、図2

0に示す状態よりも左手オブジェクト400Lにより破壊される壁オブジェクト500の量が大きくなる。

[0086] 一方、制御部121は、壁オブジェクト500が左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAに接触していないと判定した場合（ステップS15BでNO）、壁オブジェクト500には所定の影響は与えられない。その後、制御部121は、壁オブジェクト500を含む仮想空間を規定する仮想空間データを更新した上で、更新された仮想空間データに基づいて次のフレーム（静止画像）をHMD110に表示する（ステップS17B）。その後、処理がステップS11Bに戻る。

[0087] このように、本実施形態によれば、HMD110の絶対速度 v に応じて、コントローラ320Lが壁オブジェクト500に与える影響を規定するコリジョン効果が設定される。特に、HMD110の絶対速度 v が所定速度 v_{th} 以下である場合、図20の状態（b）に示すようなコリジョン効果が得られる一方、HMD110の絶対速度 v が所定速度 v_{th} よりも大きい場合、図19の状態（b）に示すようなコリジョン効果が得られる。このように、HMD110の絶対速度 v （換言すれば、ユーザUの絶対速度）に応じて異なるコリジョン効果が設定されるため、仮想空間に対するユーザUの没入感をさらに高めることができ、リッチな仮想体験が提供される。

[0088] より具体的には、HMD110の絶対速度 v に応じて左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAが設定される。特に、HMD110の絶対速度 v が所定速度 v_{th} 以下である場合、左手オブジェクト400Lの直径 R が R_1 に設定される一方、HMD110の絶対速度 v が所定速度 v_{th} よりも大きい場合、左手オブジェクト400Lの直径 R が R_2 （ $R_1 < R_2$ ）に設定される。さらに、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAと壁オブジェクト500との間の位置関係に応じて、壁オブジェクト500に所定の影響が与えられる。このため、仮想空間200に対するユーザUの没入感をさらに高めることが可能となる。

[0089] この点において、図19に示すように、ユーザU（又はHMD110）が

w軸方向に $v > v_{th}$ となるように移動したとき、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAが大きくなるため、左手オブジェクト400Lによって破壊される壁オブジェクト500の量が大きくなる。一方、図20に示すように、ユーザU（又はHMD110）がw軸方向に $v \leq v_{th}$ となるように移動したとき、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAが小さくなるため、左手オブジェクト400によって破壊される壁オブジェクト500の量が小さくなる。このため、ユーザUの動作に応じて破壊される壁オブジェクト500の量が変化するため、ユーザUはさらに仮想空間に没入することができる。

[0090] 尚、本実施形態では、ステップS12Bにおいてw軸方向におけるHMD110の絶対速度 v が所定速度 v_{th} よりも大きいかが判定されているが、w軸方向におけるHMD110の絶対速度 v が所定速度 v_{th} よりも大きいかが判定されると共に、HMD110の移動方向（本例では、w軸方向）におけるHMD110に対するコントローラ320Lの相対速度 V が所定の相対速度 V_{th} よりも大きいかが判定されてもよい。つまり、 $v > v_{th}$ 且つ $V > V_{th}$ であるかが判定されてもよい。ここで、所定の相対速度 V_{th} は、ゲーム内容に応じて適宜設定されてもよい。

[0091] この場合、ステップS12Bの前において、制御部121は、w軸方向におけるHMD110に対するコントローラ320Lの相対速度 V を特定する。例えば、 n 番目（ n は1以上の整数）のフレームのときのw軸方向におけるHMD110とコントローラ320Lとの間の距離を D_n とし、 $(n+1)$ 番目のフレームのときのw軸方向におけるHMD110とコントローラ320Lとの間の距離を D_{n+1} とし、各フレーム間の時間間隔を ΔT とした場合、 n 番目のフレームのときのw軸方向における相対速度 V_n は $V_n = (D_n - D_{n+1}) / \Delta T$ となる。

[0092] 制御部121は、w軸方向におけるHMD110の絶対速度 v が所定速度 v_{th} よりも大きい（ $v > v_{th}$ ）と共に、HMD110の移動方向（w軸方向）におけるHMD110に対するコントローラ320Lの相対速度 V が

所定の相対速度 V_{th} よりも大きい ($V > V_{th}$) と判定した場合、左手オブジェクト 400L のコリジョンエリア CA の直径 R を直径 R2 に設定する。一方、制御部 121 は、 $v > v_{th}$ 且つ $V > V_{th}$ の条件を満たさないと判定した場合、左手オブジェクト 400L のコリジョンエリア CA の直径 R を直径 R2 に設定する。このように、HMD 110 の絶対速度 v と HMD 110 に対するコントローラ 320L の相対速度 V に応じてコリジョン効果が設定されるので、仮想空間 200 に対するユーザ U の没入感をさらに高めることができる。

[0093] さらに、ステップ S12B において、 w 軸方向における HMD 110 の絶対速度 v が所定速度 v_{th} よりも大きいかどうか判定されると共に、HMD 110 の移動方向 (本例では、 w 軸方向) における HMD 110 に対するコントローラ 320L の相対加速度 a が所定の相対加速度 a_{th} よりも大きいかどうか判定されてもよい。

[0094] この場合、ステップ S12B の前において、制御部 121 は、 w 軸方向における HMD 110 に対するコントローラ 320L の相対加速度 a を特定する。例えば、 n 番目 (n は 1 以上の整数) のフレームのときの w 軸方向における HMD 110 に対するコントローラ 320L の相対速度を V_n とし、 $(n+1)$ 番目のフレームのときの w 軸方向における HMD 110 に対するコントローラ 320L の相対速度を V_{n+1} とし、各フレーム間の時間間隔を ΔT とした場合、 n 番目のフレームのときの w 軸方向における相対加速度 a_n は $a_n = (V_n - V_{n+1}) / \Delta T$ となる。

[0095] 制御部 121 は、 w 軸方向における HMD 110 の絶対速度 v が所定速度 v_{th} よりも大きい ($v > v_{th}$) と共に、HMD 110 の移動方向 (w 軸方向) における HMD 110 に対するコントローラ 320L の相対加速度 a が所定の相対加速度 a_{th} よりも大きい ($a > a_{th}$) と判定した場合、左手オブジェクト 400L のコリジョンエリア CA の直径 R を直径 R2 に設定する。一方、制御部 121 は、 $v > v_{th}$ 且つ $a > a_{th}$ の条件を満たさないと判定した場合、左手オブジェクト 400L のコリジョンエリア CA の直

径Rを直径R₂に設定する。このように、HMD 110の絶対速度vとHMD 110に対するコントローラ320Lの相対速度Vに応じてコリジョン効果が設定されるので、仮想空間200に対するユーザUの没入感をさらに高めることができる。

[0096] また、ステップS 12Bで規定された判定条件が満たされた場合に、制御部121は、コリジョンエリアCAの直径Rと相対速度Vとの間の関係を示すテーブルや関数を参照することで、相対速度Vの大きさに応じて連続的又は段階的にコリジョンエリアCAの直径R（換言すれば、コリジョンエリアCAの大きさ）を変化させてもよい。例えば、制御部121は、相対速度Vが大きくなるに連れて、連続的又は段階的にコリジョンエリアCAの直径R（換言すれば、コリジョンエリアCAの大きさ）を増大させてもよい。

[0097] （第1変形例）

次に、図21を参照して本実施形態の第1変形例に係る情報処理方法について説明する。図21は、本実施形態の第1変形例に係る情報処理方法を説明するためのフローチャートである。図21に示すように、第1変形例に係る情報処理方法は、図18に示すステップS 12BからS 14Bの処理の代わりに、ステップS 22からS 28の処理が実行される点で、本実施形態に係る情報処理方法と相違する。従って、図21に示すステップS 21, S 29～S 31の処理は、図18に示すS 11B, S 15B～S 17Bの処理と同一であるため、S 22～S 28の処理についてのみ説明を行う。

[0098] ステップS 22において、制御部121は、HMD 110の絶対速度vが $0 < v \leq v_1$ であるかどうかを判定する。ステップS 22の判定結果がYESの場合、制御部121は、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAの直径Rを直径R₁に設定する（ステップS 23）。一方、ステップS 22の判定結果がNOである場合、制御部121は、HMD 110の絶対速度vが $v_1 < v \leq v_2$ であるかどうかを判定する（ステップS 24）。ステップS 24の判定結果がYESの場合、制御部121は、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAの直径Rを直径R₂に設定する（ステップ

S 2 5)。一方、ステップS 2 4の判定結果がN Oである場合、制御部1 2 1は、HMD 1 1 0の絶対速度 v が $v 2 < v \leq v 3$ であるかどうかを判定する(ステップS 2 6)。ステップS 2 6の判定結果がY E Sの場合、制御部1 2 1は、左手オブジェクト4 0 0 LのコリジョンエリアC Aの直径Rを直径R 3に設定する(ステップS 2 7)。一方、ステップS 2 6の判定結果がN Oである場合、制御部1 2 1は、左手オブジェクト4 0 0 LのコリジョンエリアC Aの直径Rを直径R 4に設定する(ステップS 2 8)。ここで、所定速度 $v 1$, $v 2$, $v 3$ は、 $0 < v 1 < v 2 < v 3$ の関係を満たすものとする。また、コリジョンエリアC Aの直径R 1, R 2, R 3, R 4は、 $R 1 < R 2 < R 3 < R 4$ の関係を満たすものとする。

[0099] 本変形例によれば、制御部1 2 1は、コリジョンエリアC Aの直径Rと絶対速度 v との間の関係を示すテーブルや関数を参照することで、HMD 1 1 0の絶対速度 v の大きさに応じて、左手オブジェクト4 0 0 LのコリジョンエリアC Aの直径Rを段階的に変化させることができる。また、本変形例によれば、HMD 1 1 0の絶対速度 v が大きくなる程、左手オブジェクト4 0 0 LのコリジョンエリアC Aが段階的に大きくなる。このように、HMD 1 1 0の絶対速度 v (換言すれば、ユーザUの絶対速度)が大きくなるに連れて、左手オブジェクト4 0 0 LのコリジョンエリアC Aが大きくなり、最終的に、左手オブジェクト4 0 0 Lが壁オブジェクト5 0 0に与える影響を規定するコリジョン効果が大きくなるので、仮想空間に対するユーザUの没入感をさらに高めることができ、リッチな仮想体験を提供することができる。

[0100] 尚、制御部1 2 1は、コリジョンエリアC Aの直径Rと絶対速度 v との間の関係を示すテーブルや関数を参照することで、相対速度Vの大きさに応じて連続的にコリジョンエリアC Aの直径Rを変化させてもよい。この場合も同様に、仮想空間に対するユーザUの没入感をさらに高めることができ、リッチな仮想体験を提供することができる。

[0101] (第2変形例)

図1 8と図2 2を参照して本実施形態の変形例に係る情報処理方法につい

て説明する。図22の状態(a)及びの状態(b)は、左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCAと壁オブジェクト500に影響を与える影響範囲EAを示している。図22の状態(a)に示すコリジョンエリアCAの大きさ(直径)は、図22の状態(b)に示すコリジョンエリアCAの大きさ(直径)と同一である一方で、図22の状態(a)に示す影響範囲EAの大きさ(直径)は、図22の状態(b)に示す影響範囲EAの大きさ(直径)よりも小さい。ここで、左手オブジェクト400Lの影響範囲EAは、左手オブジェクト400Lが壁オブジェクト500等の対象オブジェクトに影響を与える範囲として規定される。

[0102] 本実施形態に係る情報処理方法では、図18に示すステップS12Bで規定される判定条件が満たされた場合(ステップS12BでYES)、コリジョンエリアCAの直径Rが直径R2に設定される一方(ステップS13B)、当該判定条件が満たされない場合(ステップS12BでNO)、コリジョンエリアCAの直径Rが直径R1($R2 > R1$)に設定される(ステップS14B)。

[0103] これに対して、第2変形例に係る情報処理方法では、ステップS12Bで規定される判定条件が満たされた場合(ステップS12BでYES)、図22の状態(b)に示すように、コリジョンエリアCAの直径Rが直径R1に設定されると共に、影響範囲EAの直径がRbに設定される。一方、当該判定条件が満たされない場合(ステップS12BでNO)、図22の状態(a)に示すように、コリジョンエリアCAの直径Rが直径R1に設定されると共に、影響範囲EAの直径がRa($Rb > Ra$)に設定される。このように、第2変形例に係る情報処理方法では、ステップS12Bで規定される判定条件に応じて、コリジョンエリアCAの直径は変更されない一方で、影響範囲EAの直径が変更される。

[0104] その後、ステップS15Bにおいて、制御部121は、壁オブジェクト500が左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCA又は影響範囲EAに接触しているかどうかを判定する。制御部121は、壁オブジェクト500が左手オブジェクト400LのコリジョンエリアCA又は影響範囲EAに接

触していると判定した場合（ステップS 1 5 BでYES）、コリジョンエリアCA又は影響範囲EAに接触している壁オブジェクト5 0 0の部分に所定の影響を与える（ステップS 1 6 B）。例えば、図2 2に示すように、コリジョンエリアCA又は影響範囲EAに接触している壁オブジェクト5 0 0の部分が破壊される。また、図2 2（b）に示す左手オブジェクト4 0 0 Lの影響範囲EAは、図2 2の状態（a）に示す左手オブジェクト4 0 0 Lの影響範囲EAよりも大きいので（ $R_b > R_a$ であるため）、図2 2の状態（b）に示す場合には、図2 2の状態（a）に示す場合よりも左手オブジェクト4 0 0 Lにより破壊される壁オブジェクト5 0 0の量が大きくなる。

[0105] 一方、制御部1 2 1は、壁オブジェクト5 0 0が左手オブジェクト4 0 0 LのコリジョンエリアCA又は影響範囲EAに接触していないと判定した場合（ステップS 1 5 BでNO）、壁オブジェクト5 0 0には所定の影響は与えられない。

[0106] このように、本変形例によれば、HMD 1 1 0の絶対速度 v に応じて、コントローラ3 2 0 Lが壁オブジェクト5 0 0に与える影響（コリジョン効果）が設定されるので、仮想空間2 0 0に対するユーザUの没入感をさらに高めることが可能となり、リッチな仮想体験を提供することができる。特に、ステップS 1 2 Bで規定される判定条件に応じて、左手オブジェクト4 0 0 Lの影響範囲EAの大きさ（直径）が設定される。さらに、コリジョンエリアCA及び影響範囲EAと壁オブジェクト5 0 0との間の位置関係に応じて、壁オブジェクト5 0 0に所定の影響が与えられる。このため、仮想空間2 0 0に対するユーザUの没入感をさらに高めることが可能となり、リッチな仮想体験を提供することができる。

[0107] 仮想空間2 0 0に含まれる左手オブジェクト4 0 0 L（操作オブジェクトの一例）、右手オブジェクト4 0 0 R（操作オブジェクトの一例）、ブロックオブジェクト5 0 0（仮想オブジェクト）及びボタンオブジェクト6 0 0（仮想オブジェクトである対象オブジェクトの一例）について図2 3を参照して説明する。図2 3の状態（a）は、HMD 1 1 0とコントローラ3 2 0

L, 320Rを装着したユーザUを示す図である。図23の状態(b)は、仮想カメラ300と、左手オブジェクト400Lと、右手オブジェクト400Rと、ブロックオブジェクト500と、ボタンオブジェクト600とを含む仮想空間200を示す図である。

[0108] 上記したように、仮想空間200は、仮想カメラ300と、左手オブジェクト400Lと、右手オブジェクト400Rと、ブロックオブジェクト500と、ボタンオブジェクト600とを含む。制御部121は、これらのオブジェクトを含む仮想空間200を規定する仮想空間データを生成する。また、制御部121は、1フレーム毎に仮想空間データを更新してもよい。上記したように、仮想カメラ300は、ユーザUが装着しているHMD110の動きに連動する。つまり、仮想カメラ300の視野は、HMD110の動きに応じて更新される。

[0109] 左手オブジェクト400Lは、ユーザUの左手に装着されるコントローラ320Lの動きに連動する。同様に、右手オブジェクト400Rは、ユーザUの右手に装着されるコントローラ320Rの動きに連動する。尚、以降では、説明の便宜上、左手オブジェクト400Lと右手オブジェクト400Rを単に手オブジェクト400と総称する場合がある。

[0110] また、ユーザUが外部コントローラ320の操作ボタン302を操作することで、手オブジェクト400の各手指を操作することが可能となる。つまり、制御部121は、操作ボタン302に対する入力操作に対応する操作信号を外部コントローラ320から取得した上で、当該操作信号に基づいて、手オブジェクト400の手指の動作を制御する。例えば、ユーザUが操作ボタン302を操作することで手オブジェクト400はブロックオブジェクト500を掴むことができる。さらに、手オブジェクト400がブロックオブジェクト500を掴んだ状態で、コントローラ320の移動に応じて、手オブジェクト400とブロックオブジェクト500を移動させることが可能となる。このように、制御部121は、ユーザUの手指の動きに応じて、手オブジェクト400の動作を制御するように構成されている。

- [0111] また、左手オブジェクト400Lと右手オブジェクト400Rは、それぞれコリジョンエリアCAを有する。コリジョンエリアCAは、手オブジェクト400と仮想オブジェクト（例えば、ブロックオブジェクト500やボタンオブジェクト600）とのコリジョン判定（当たり判定）に供される。手オブジェクト400のコリジョンエリアCAとブロックオブジェクト500（ボタンオブジェクト600）のコリジョンエリアとが接触することで、ブロックオブジェクト500（ボタンオブジェクト600）に所定の影響（コリジョン効果）が与えられる。
- [0112] 例えば、手オブジェクト400のコリジョンエリアCAとブロックオブジェクト500のコリジョンエリアとが接触することで、ブロックオブジェクト500に所定のダメージを与えることができる。また、手オブジェクト400がブロックオブジェクト500を掴んだ状態で手オブジェクト400とブロックオブジェクト500を一体的に移動させることができる。
- [0113] 図23に示すように、コリジョンエリアCAは、例えば、手オブジェクト400の中心位置を中心とした直径Rを有する球により規定されてもよい。以下の説明では、手オブジェクト400のコリジョンエリアCAは、手オブジェクト400の中心位置を中心とした直径Rの球状に形成されているものとする。
- [0114] ブロックオブジェクト500は、手オブジェクト400によって影響を受ける仮想オブジェクトである。ブロックオブジェクト500もコリジョンエリアを有しており、本実施形態では、ブロックオブジェクト500のコリジョンエリアは、ブロックオブジェクト500を構成する領域（ブロックオブジェクト500の外形領域）に一致しているものとする。
- [0115] ボタンオブジェクト600は、手オブジェクト400によって影響を受ける仮想オブジェクトであって、操作部620を有する。ボタンオブジェクト600もコリジョンエリアを有しており、本実施形態では、ボタンオブジェクト600のコリジョンエリアは、ボタンオブジェクト600を構成する領域（ボタンオブジェクト600の外形領域）に一致しているものとする。特

に、操作部620のコリジョンエリアは、操作部620の外形領域に一致しているものとする。

[0116] ボタンオブジェクト600の操作部620が手オブジェクト400によって押されたときに、仮想空間200内に配置された所定のオブジェクト（図示せず）に所定の影響が与えられる。具体的には、手オブジェクト400のコリジョンエリアCAと操作部620のコリジョンエリアとが接触することで、コリジョン効果として操作部620が手オブジェクト400によって押される。そして、操作部620が押されることで仮想空間200内に配置された所定のオブジェクトに所定の影響が与えられる。例えば、操作部620が手オブジェクト400によって押されることで仮想空間200内に存在するオブジェクト（キャラクターオブジェクト）が動き出してもよい。

[0117] 次に、別の実施形態に係る情報処理方法について図23から図25を参照して説明する。図24は、右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAがボタンオブジェクト600の操作部620に接触している様子を示す仮想空間200の平面図である。図25は、本実施形態に係る情報処理方法を説明するためのフローチャートである。図25に示すフローチャートでは、右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAが操作部620のコリジョンエリアに意図的に接触したかどうかを判定する処理（ステップS13Cで規定される判定処理）が右手オブジェクト400Rと操作部620との当たり判定（ステップS14Cで規定される処理）の前に実行される。

[0118] また、本実施形態の説明では、説明の便宜上、右手オブジェクト400Rがボタンオブジェクト600の操作部620に所定の影響を与えるかどうかについて言及する一方、左手オブジェクト400Lがボタンオブジェクト600の操作部620に所定の影響を与えるかどうかについては言及しない。このため、図24では、左手オブジェクト400Lの図示が省略されている。また、制御部121は、図24及び図26に示す各処理を1フレーム毎に繰り返し実行してもよい。尚、制御部121は、図24に示す各処理を所定の時間間隔ごとに繰り返し実行してもよい。

[0119] 図25に示すように、ステップS10Cにおいて、制御部121は、HMD110の絶対速度V（図23参照）を特定する。ここで、絶対速度Vとは、現実空間内の所定の場所に固定的に設置された位置センサ130に対するHMD110の速度をいう。また、ユーザUがHMD110を装着しているため、HMD110の絶対速度はユーザUの絶対速度に相当する。つまり、本実施形態では、HMD110の絶対速度を特定することで、ユーザUの絶対速度を特定している。図24に示すように、現実空間においてHMD110が移動すると、仮想カメラ300も仮想空間200内において移動する。

[0120] 具体的には、制御部121は、位置センサ130によって取得されたデータに基づいて、HMD110の位置情報を取得し、当該取得された位置情報に基づいて、HMD110の絶対速度Vを特定する。例えば、n番目（nは1以上の整数）のフレームのときのHMD110の位置を P_n とし、 $(n+1)$ 番目のフレームのときのHMD110の位置を P_{n+1} とし、各フレーム間の時間間隔を ΔT とした場合、n番目のフレームのときのHMD110の絶対速度 V_n は、 $V_n = |P_{n+1} - P_n| / \Delta T$ となる。ここで、動画像のフレームレートが90fpsである場合、時間間隔 ΔT は $1/90$ となる。また、HMD110の位置Pは、三次元座標系に表示可能な位置ベクトルである。このように、制御部121は、n番目のフレームのときのHMD110の位置 P_n と $(n+1)$ 番目のフレームのときのHMD110の位置 P_{n+1} を取得した上で、位置ベクトル P_n 、 P_{n+1} 及び時間間隔 ΔT に基づいて、n番目のフレームのときの絶対速度 V_n を特定することができる。

[0121] 尚、制御部121は、w軸方向におけるHMD110の絶対速度Vを特定してもよいし、w軸方向以外の所定の方向におけるHMD110の絶対速度Vを特定してもよい。例えば、n番目（nは1以上の整数）のフレームのときのHMD110の位置 P_n のw軸方向の位置を w_n とし、 $(n+1)$ 番目のフレームのときのHMD110の位置 P_{n+1} のw軸方向の位置を w_{n+1} とし、各フレーム間の時間間隔を ΔT とした場合、n番

目のフレームのときのw軸方向におけるHMD 110の絶対速度 V_n は、 $V_n = (w_{n+1} - w_n) / \Delta T$ となる。

[0122] 次に、ステップS 11 Cにおいて、制御部121は、仮想カメラ300の視野CVを特定する。具体的には、制御部121は、位置センサ130及び／又はHMDセンサ114からのデータに基づいて、HMD 110の位置及び傾きを特定した上で、HMD 110の位置及び傾きに基づいて、仮想カメラ300の視野CVを特定する。その後、制御部121は、右手オブジェクト400Rの位置を特定する（ステップS 12 C）。具体的には、制御部121は、位置センサ130及び／又はコントローラ320Rのセンサからのデータに基づいて、現実空間におけるコントローラ320Rの位置を特定した上で、現実空間におけるコントローラ320Rの位置に基づいて右手オブジェクト400Rの位置を特定する。

[0123] 次に、制御部121は、HMD 110の絶対速度 V が所定の値 V_{th} 以下（ $V \leq V_{th}$ ）であるかどうかを判定する（ステップS 13 C）。ここで、所定の値 V_{th} （ $V_{th} \geq 0$ ）はゲーム等のコンテンツの内容に応じて適宜設定されてもよい。また、ステップS 13 Cで規定された判定条件（ $V \leq V_{th}$ ）は、右手オブジェクト400R（操作オブジェクト）のコリジョンエリアCAがボタンオブジェクト600（対象オブジェクト）の操作部620のコリジョンエリアに意図的に接触したかどうかを判定するための判定条件（第1条件）に相当する。

[0124] 制御部121は、ステップS 13 Cで規定される判定条件が満たされないと判定した場合（つまり、絶対速度 V が所定の値 V_{th} よりも大きいと判定した場合）（ステップS 13 CでNO）、ステップS 14 C及びS 15 Cで規定される処理を実行しない。つまり、制御部121は、ステップS 14 Cで規定されるコリジョン判定処理及びステップS 15 Cで規定されるコリジョン効果を発生させる処理をしないので、右手オブジェクト400Rはボタンオブジェクト600の操作部620に所定の影響を与えない。

[0125] 一方、制御部121は、ステップS 13 Cで規定される判定条件が満たさ

れると判定した場合（つまり、絶対速度 V が所定の値 V_{th} 以下であると判定した場合）（ステップS13CでYES）、ボタンオブジェクト600の操作部620のコリジョンエリアが右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAに接触しているかどうかを判定する（ステップS14C）。特に、制御部121は、右手オブジェクト400Rの位置とボタンオブジェクト600の操作部620の位置に基づいて、操作部620のコリジョンエリアが右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAに接触しているかどうかを判定する。ステップS14Cの判定結果がYESの場合、制御部121は、右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAに接触している操作部620に所定の影響を与える（ステップS14C）。例えば、右手オブジェクト400Rと操作部620との間のコリジョン効果として、制御部121は、操作部620が右手オブジェクト400Rによって押されたと判定してもよい。この結果として、仮想空間200内に配置された所定のオブジェクト（図示せず）に所定の影響が与えられてもよい。さらに、右手オブジェクト400Rと操作部620との間のコリジョン効果として、操作部620の接触面620aが+X方向に移動してもよい。一方、ステップS14Cの判定結果がNOの場合、右手オブジェクト400Rと操作部620との間のコリジョン効果は発生させない。

[0126] 本実施形態によれば、右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAが操作部620のコリジョンエリアに意図的に接触するかどうかを判定するための判定条件として、HMD110の絶対速度 V が所定の値 V_{th} 以下であるかどうかを判定される。絶対速度 V が所定の値 V_{th} よりも大きいと判定された場合（ステップS13Cの判定条件が満たされないと判定された場合）、ステップS14C及びS15Cで規定される処理は実行されない。このように、HMD110の絶対速度 V が所定の値 V_{th} よりも大きい状態で右手オブジェクト400Rが操作部620に接触した場合には、右手オブジェクト400Rは意図せずに操作部620に接触したと判断されるため、右手オブジェクト400Rと操作部620との間のコリジョン判定も実行され

ないと共に、右手オブジェクト400Rと操作部620との間のコリジョン効果も生じない。

[0127] 従って、右手オブジェクト400Rが操作部620に意図せずに接触した場合、操作部620が右手オブジェクト400Rによって意図せずに押されてしまうといった状況が回避される。このように、ユーザの仮想体験をさらに改善することができる。

[0128] 次に、別の実施形態に係る情報処理方法について図26を参照して説明する。図26は、上記実施形態の変形例に係る情報処理方法を説明するためのフローチャートである。図26に示すフローチャートでは、右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAが操作部620のコリジョンエリアに意図的に接触したかどうかを判定する処理（ステップS24Cで規定される判定処理）が右手オブジェクト400Rと操作部620との当たり判定（ステップS23Cで規定される処理）の後に実行される。この点において、図26に示す情報処理方法と図25に示す情報処理方法は相違する。以下では、図25に示す情報処理方法との相違点についてのみ説明を行う。

[0129] 図26に示すように、制御部121は、ステップS20C～S22Cに規定された処理を実行した後に、ボタンオブジェクト600の操作部620のコリジョンエリアが右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAに接触しているかどうかを判定する（ステップS23C）。尚、ステップS20C～S22Cの処理は、図25に示すステップS10C～S12Cの処理に相当する。

[0130] ステップS23Cの判定結果がNOである場合、操作部620のコリジョンエリアが右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAに接触していないので、本処理を終了する。一方、ステップS23Cの判定結果がYESである場合（操作部620のコリジョンエリアが右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAに接触していると判定された場合）、制御部121は、HMD110の絶対速度Vが所定の値 V_{th} 以下であるかどうかを判定する（ステップS24C）。

- [0131] 制御部121は、絶対速度Vが所定の値V_{th}よりも大きいと判定した場合（ステップS24CでNO）、ステップS25Cで規定される処理を実行せずに本処理を終了する。一方、制御部121は、絶対速度Vが所定の値V_{th}以下であると判定した場合（ステップS24CでYES）、右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAに接触している操作部620に所定の影響（コリジョン効果）を与える（ステップS25C）。
- [0132] このように、絶対速度Vが所定の値V_{th}よりも大きいと判定された場合（ステップS24Cの判定条件が満たされないと判定された場合）、ステップS25Cで規定される処理は実行されない。このように、HMD110の絶対速度Vが所定の値V_{th}よりも大きい状態で右手オブジェクト400Rが操作部620に接触した場合には、右手オブジェクト400Rは意図せずに操作部620に接触したと判断されるため、右手オブジェクト400Rと操作部620との間のコリジョン効果が生じない。この点において、本変形例に係る情報処理方法では、右手オブジェクト400Rと操作部620との間のコリジョン判定は実行されるものの、ステップS24Cの判定結果がNOである場合に右手オブジェクト400Rと操作部620との間のコリジョン効果が発生しない。
- [0133] 従って、右手オブジェクト400Rが操作部620に意図せずに接触した場合、操作部620が右手オブジェクト400Rによって意図せずに押されてしまうといった状況が回避される。このように、ユーザの仮想体験をさらに改善することができる。
- [0134] 別の実施形態に係る情報処理方法について図27及び図28を参照して説明する。図27は、第2実施形態に係る情報処理方法を説明するためのフローチャートである。図28は、右手オブジェクト400Rとボタンオブジェクト600が仮想カメラ300の視野CV外に存在する様子を示す仮想空間200の平面図である。図27に示すように、第2実施形態に係る情報処理方法は、ステップS34Cに規定されるステップを更に有する点で上記実施形態に係る情報処理方法（図25参照）と相違する。尚、以下では、上記実

施形態において既に説明した事項については繰り返し説明しない。

[0135] 図27に示すように、制御部121は、ステップS30C~S32Cに規定された処理を実行した後に、HMD110の絶対速度Vが所定の値V_{th}以下であるかどうかを判定する(ステップS33C)。尚、ステップS30C~S32Cの処理は、図25に示すステップS10C~S12Cの処理に対応する。

[0136] ステップS33Cの判定結果がYESの場合、制御部121は、ボタンオブジェクト600の操作部620のコリジョンエリアが右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAに接触しているかどうかを判定する(ステップS35C)。一方、ステップS33Cの判定結果がNOの場合、制御部121は、仮想カメラ300の視野CVと右手オブジェクト400Rの位置に基づいて、右手オブジェクト400Rが仮想カメラ300の視野CV内に存在するかどうかを判定する(ステップS34C)。図28に示すように、右手オブジェクト400Rが仮想カメラ300の視野CV外に存在する場合、制御部121は、ステップS34Cで規定される判定条件(第2条件)は満たされないと判定し、ステップS35C及びS36Cの処理を実行せずに、本処理を終了する。つまり、制御部121は、ステップS35Cで規定されるコリジョン判定処理及びステップS36Cで規定されるコリジョン効果を発生させる処理を実行しないので、右手オブジェクト400Rはボタンオブジェクト600の操作部620に所定の影響を与えない。ここで、ステップS34Cで規定された判定条件は、右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAが操作部620のコリジョンエリアに意図的に接触したかどうかを判定するための判定条件(第2条件)に相当する。

[0137] 一方、制御部121は、ステップS34Cで規定された判定条件が満たされると判定した場合(つまり、右手オブジェクト400Rが仮想カメラ300の視野CV内に存在すると判定した場合)(ステップS34CでYES)、ステップS35Cの判定処理(コリジョン判定処理)を実行する。ステップS35Cの判定結果がYESの場合、制御部121は、右手オブジェクト

400RのコリジョンエリアCAに接触している操作部620に所定の影響を与える(ステップS36C)。一方、ステップS35Cの判定結果がNOの場合、ステップS36Cの処理を実行せずに本処理を終了する。

[0138] 本実施形態によれば、右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAが操作部620のコリジョンエリアに意図的に接触するかどうかを判定するための判定条件として、HMD110の絶対速度Vが所定の値 V_{th} 以下であるかどうか判定される(ステップS33C)と共に、右手オブジェクト400Rが仮想カメラ300の視野CV内に存在するかどうか判定される(ステップS34C)。さらに、ステップS33Cの判定条件とステップS34Cの判定条件が共に満たされないと判定された場合、右手オブジェクト400Rは操作部620に所定の影響を与えない。このように、互いに異なる2つの判定条件を用いることで右手オブジェクト400Rが意図せずに操作部620に接触したかどうかをより確実に判定することができる。特に、HMD110の絶対速度Vが所定の値 V_{th} よりも大きく、且つ右手オブジェクト400Rが視野CV内に存在しない状態で、右手オブジェクト400Rが操作部620に接触した場合には、右手オブジェクト400Rは意図せずに操作部620に接触したと判定され、右手オブジェクト400Rと操作部620との間のコリジョン効果は生じない。従って、右手オブジェクト400Rが操作部620に意図せずに接触した場合、操作部620が右手オブジェクト400Rによって意図せずに押されてしまうといった状況が回避される。このように、ユーザの仮想体験をさらに改善することができる。

[0139] 尚、本実施形態では、ステップS34Cにおいて、制御部121は、右手オブジェクト400Rが視野CV内に存在するかどうかを判定している。これに代わり、制御部121は、右手オブジェクト400Rとボタンオブジェクト600のうちの少なくとも一つが視野CV内に存在するかどうかを判定してもよい。この場合、HMD110の絶対速度Vが所定の値 V_{th} よりも大きく、且つ右手オブジェクト400Rとボタンオブジェクト600の両方が視野CV内に存在しない状態で右手オブジェクト400Rが操作部620

に接触した場合には、右手オブジェクト400Rは意図せずに操作部620に接触したと判定され、右手オブジェクト400Rと操作部620との間のコリジョン効果は生じない。

[0140] 別の実施形態に係る情報処理方法について図29を参照して説明する。図29は、本実施形態の変形例に係る情報処理方法を説明するためのフローチャートである。図29に示すフローチャートでは、右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAが操作部620のコリジョンエリアに意図的に接触したかどうかを判定する処理（ステップS44及びS45で規定される判定処理）が右手オブジェクト400Rと操作部620との当たり判定（ステップS43で規定される処理）の後に実行される。この点において、図29に示す情報処理方法と図27に示す情報処理方法は相違する。以下では、図27に示す情報処理方法との相違点についてのみ説明を行う。

[0141] 図29に示すように、制御部121は、ステップS40～S42に規定された処理を実行した後に、ボタンオブジェクト600の操作部620のコリジョンエリアが右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAに接触しているかどうかを判定する（ステップS43）。

[0142] ステップS43の判定結果がNOである場合、操作部620のコリジョンエリアが右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAに接触していないので、本処理を終了する。一方、ステップS43の判定結果がYESである場合（操作部620のコリジョンエリアが右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAに接触していると判定された場合）、制御部121は、HMD110の絶対速度Vが所定の値 V_{th} 以下であるかどうかを判定する（ステップS44）。

[0143] 制御部121は、絶対速度Vが所定の値 V_{th} よりも大きいと判定した場合（ステップS44でNO）、ステップS45で規定される判定処理を実行する。一方、制御部121は、絶対速度Vが所定の値 V_{th} 以下であると判定した場合（ステップS44でYES）、右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAに接触している操作部620に所定の影響（コリジョン効

果)を与える(ステップS46)。

[0144] 制御部121は、右手オブジェクト400Rが仮想カメラ300の視野CV内に存在すると判定した場合(ステップS45でYES)、右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAに接触している操作部620に所定の影響(コリジョン効果)を与える(ステップS46)。一方、ステップS45の判定結果がNOである場合、ステップS46の処理を実行せずに本処理を終了する。

[0145] 本変形例に係る情報処理方法では、右手オブジェクト400Rと操作部620との間のコリジョン判定は実行されるものの、ステップS44の判定条件とステップS45の判定条件が共に満たされないと判定された場合、右手オブジェクト400Rと操作部620との間のコリジョン効果が発生しない。

[0146] 従って、右手オブジェクト400Rが操作部620に意図せずに接触した場合、操作部620が右手オブジェクト400Rによって意図せずに押されてしまうといった状況が回避される。このように、ユーザの仮想体験をさらに改善することができる。

[0147] 別の実施形態に係る情報処理方法について図30を参照して説明する。図30は、本実施形態に係る情報処理方法を説明するためのフローチャートである。図30に示すように、本実施形態に係る情報処理方法は、ステップS51、S55に規定されるステップを更に有する点で上記実施形態に係る情報処理方法(図25参照)と相違する。尚、以下では、既に説明した事項については繰り返し説明しない。

[0148] 図30に示すように、制御部121は、ステップS50に規定された処理を実行した後に、HMD110に対するコントローラ320R(ユーザUの右手)の相対速度 v (図23参照)を特定する(ステップS51)。例えば、上記したように、 n 番目(n は1以上の整数)のフレームのときのHMD110の位置を P_n とし、 $(n+1)$ 番目のフレームのときのHMD110の位置を P_{n+1} とし、各フレーム間の時間間隔を ΔT とした場合

、 n 番目のフレームのときのHMD110の絶対速度 V_n は、 $V_n = |P_{n+1} - P_n| / \Delta T$ となる。さらに、 n 番目のフレームのときのコントローラ320Rの位置を P'_n とし、 $(n+1)$ 番目のフレームのときのコントローラ320Rの位置を P'_{n+1} とし、各フレーム間の時間間隔を ΔT とした場合、 n 番目のフレームのときのコントローラ320Rの絶対速度 V'_n は、 $V'_n = |P'_{n+1} - P'_n| / \Delta T$ となる。このように、 n 番目のフレームのときのHMD110に対するコントローラ320Rの相対速度 v_n は、 $v_n = V'_n - V_n$ となる。このように、制御部121は、 n 番目のフレームのときのHMD110の絶対速度 V_n とコントローラ320Rの絶対速度 V'_n に基づいて、 n 番目のフレームのときの相対速度 v_n を特定することができる。尚、制御部121は、 w 軸方向における相対速度 v を特定してもよいし、 w 軸方向以外の所定の方向における相対速度 v を特定してもよい。

[0149] 次に、制御部121は、ステップS52及びS53に規定された処理を実行した後、HMD110の絶対速度 V が所定の値 V_{th} 以下であるかどうかを判定する（ステップS54）。

[0150] ステップS54の判定結果がYESの場合、制御部121は、ボタンオブジェクト600の操作部620のコリジョンエリアが右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAに接触しているかどうかを判定する（ステップS56）。一方、ステップS54の判定結果がNOの場合、制御部121は、HMD110に対するコントローラ320Rの相対速度 v が所定の値 v_{th} よりも大きいかどうかを判定する（ステップS55）。ここで、所定の値 v_{th} ($v_{th} \geq 0$)は、ゲーム等のコンテンツの内容に応じて適宜設定することができる。ステップS55の判定結果がNOである場合、ステップS56及びS57の処理を実行せずに、本処理を終了する。つまり、制御部121は、ステップS56で規定されるコリジョン判定処理及びステップS57で規定されるコリジョン効果を発生させる処理を実行しないので、右手オブジェクト400Rはボタンオブジェクト600の操作部620に所定の影

響を与えない。ここで、ステップS55で規定された判定条件は、右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAが操作部620のコリジョンエリアに意図的に接触したかどうかを判定するための判定条件（第2条件）に相当する。

[0151] 一方、制御部121は、ステップS55で規定された判定条件が満たされると判定した場合（つまり、相対速度 v が所定の値 v_{th} よりも大きいと判定した場合）（ステップS55でYES）、ステップS56の判定処理（コリジョン判定処理）を実行する。ステップS56の判定結果がYESの場合、制御部121は、右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAに接触している操作部620に所定の影響を与える（ステップS57）。一方、ステップS56の判定結果がNOの場合、ステップS57の処理を実行せずに本処理を終了する。

[0152] 本実施形態によれば、右手オブジェクト400RのコリジョンエリアCAが操作部620のコリジョンエリアに意図的に接触するかどうかを判定するための判定条件として、HMD110の絶対速度 V が所定の値 V_{th} 以下であるかどうか判定される（ステップS54）と共に、HMD110に対するコントローラ320Rの相対速度 v が v_{th} よりも大きいかどうか判定される（ステップS55）。さらに、ステップS54の判定条件とステップS55の判定条件が共に満たされないと判定された場合、右手オブジェクト400Rは操作部620に所定の影響を与えない。このように、互いに異なる2つの判定条件を用いることで右手オブジェクト400Rが意図せずに操作部620に接触したかどうかをより確実に判定することができる。特に、HMD110の絶対速度 V が所定の値 V_{th} よりも大きく、且つHMD110に対するコントローラ320Rの相対速度 v が所定の値 v_{th} 以下である状態で、右手オブジェクト400Rが操作部620に接触した場合には、右手オブジェクト400Rは意図せずに操作部620に接触したと判定され、右手オブジェクト400Rと操作部620との間のコリジョン効果は生じない。従って、右手オブジェクト400Rが操作部620に意図せずに接触した

場合、操作部620が右手オブジェクト400Rによって意図せずに押されてしまうといった状況が回避される。このように、ユーザの仮想体験をさらに改善することができる。

[0153] 以上、本開示の実施形態について説明をしたが、本発明の技術的範囲が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場所である。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及びその均等の範囲に基づいて定められるべきである。

[0154] 本実施形態では、ユーザUの手の動きを示す外部コントローラ320の動きに応じて、手オブジェクトの移動が制御されているが、ユーザUの手自体の移動量に応じて、仮想空間内における手オブジェクトの移動が制御されてもよい。例えば、外部コントローラを用いる代わりに、ユーザの手指に装着されるグローブ型デバイスや指輪型デバイスを用いることで、位置センサ130により、ユーザUの手の位置や移動量を検出することができると共に、ユーザUの手指の動きや状態を検出することができる。また、位置センサ130は、ユーザUの手（手指を含む）を撮像するように構成されたカメラであってもよい。この場合、カメラを用いてユーザの手を撮像することにより、ユーザの手指に直接何らかのデバイスを装着させることなく、ユーザの手が表示された画像データに基づいて、ユーザUの手の位置や移動量を検出することができると共に、ユーザUの手指の動きや状態を検出することができる。

[0155] また、本実施形態では、ユーザUの頭部以外の身体の一部である手の位置及び／又は動きに応じて、手オブジェクトが壁オブジェクトに与える影響を規定するコリジョン効果が設定されているが、本実施形態はこれには限定されない。例えば、ユーザUの頭部以外の身体の一部である足の位置及び／又は動きに応じて、ユーザUの足の動きに連動する足オブジェクト（操作オブジェクトの一例）が対象オブジェクトに与える影響を規定するコリジョン効

果が設定されてもよい。このように、本実施形態では、HMD 110とユーザUの身体の一部との間の相対的な関係（距離及び相対速度）を特定し、特定された相対的な関係に応じて、当該ユーザUの身体の一部と連動する操作オブジェクトが対象オブジェクトに与える影響を規定するコリジョン効果が設定されてもよい。

[0156] また、本実施形態では、手オブジェクトにより所定の影響を受ける対象オブジェクトの一例として壁オブジェクト500が説明されているが、対象オブジェクトの属性は特に限定されない。さらに、仮想カメラ300を移動させるための条件は、手オブジェクト400と壁オブジェクト500の接触による以外に、適宜の条件を設定しておよよい。例えば、手オブジェクト400の所定の指が壁オブジェクト500に対して一定時間向けられた場合には、壁オブジェクト500の対向部分510が移動されるとともに、仮想カメラ300が移動されることとしてもよい。この場合、ユーザUの手についても図2に示したように3軸を設定し、例えばロール軸を指差し方向と定義することによって、ユーザUにVR空間における直感的なオブジェクト操作、および、移動体験を提供することができる。

[0157] [本開示が示す実施形態のまとめ1]

非特許文献1では、現実空間におけるユーザの動きに応じて、VR空間内の所定のオブジェクトに与える所定の効果を設定することは開示されていない。特に、非特許文献1では、ユーザの手の動きに応じて、手オブジェクトと仮想オブジェクト（対象オブジェクト）との間のコリジョン（衝突）に起因して手オブジェクトが仮想オブジェクトに与える影響を規定する効果（以下、コリジョン効果という。）を変化させることは開示されていない。従って、ユーザの動きに応じて仮想オブジェクトに与える影響を改善することにより、ユーザのVR空間、AR（Augmented Reality）空間およびMR（Mixed Reality）空間における体験を改善する余地がある。

[0158] （1）ヘッドマウントデバイスと、前記ヘッドマウントデバイスの位置と

ユーザの頭部以外の身体の一部の位置を検出するように構成された位置センサとを備えたシステムにおける情報処理方法であって、

(a) 仮想カメラと、操作オブジェクトと、対象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、

(b) 前記ヘッドマウントデバイスの動きに応じて、前記仮想カメラの視野を更新するステップと、

(c) 前記仮想カメラの視野と前記仮想空間データに基づいて、視野画像データを生成するステップと、

(d) 前記視野画像データに基づいて、前記ヘッドマウントデバイスに視野画像を表示させるステップと、

(e) 前記ユーザの身体の一部の動きに応じて、前記操作オブジェクトを移動させるステップと、

(f) 前記ヘッドマウントデバイスと前記ユーザの身体の前記一部との間の相対的な関係を特定するステップと、

(g) 前記特定された相対的な関係に応じて、前記操作オブジェクトが前記対象オブジェクトに与える影響を規定するコリジョン効果を設定するステップと、を含む。

[0159] 上記方法によれば、ヘッドマウントデバイスとユーザの身体の一部（ユーザの頭部を除く）との間の相対的な関係に応じて、コリジョン効果が設定されるので、仮想オブジェクト（対象オブジェクト）に対するユーザの体験（以下、仮想体験と称する）をさらに改善することが可能となる。

[0160] (2) 前記ステップ (g) は、

(g 1) 前記特定された相対的な関係に応じて、前記操作オブジェクトのコリジョンエリアの大きさを設定するステップと、

(g 2) 前記操作オブジェクトのコリジョンエリアと前記対象オブジェクトとの間の位置関係に応じて、前記対象オブジェクトに対して影響を与えるステップと、を含む、項目 (1) に記載の情報処理方法。

[0161] 上記方法によれば、ヘッドマウントデバイスとユーザの身体の一部（ユー

ザの頭部を除く)との間の相対的な関係に応じて、操作オブジェクトのコリジョンエリアの大きさが設定される、さらに、操作オブジェクトのコリジョンエリアと対象オブジェクトとの間の位置関係に応じて、対象オブジェクトに影響が与えられる。このように、仮想体験をさらに改善することが可能となる。

[0162] (3) 前記ステップ (f) は、前記ヘッドマウントデバイスとユーザの身体の前記一部との間の相対位置関係を特定するステップを含み、

前記ステップ (g) では、前記特定された相対位置関係に応じて、前記コリジョン効果が設定される、項目 (1) 又は (2) に記載の情報処理方法。

[0163] 上記方法によれば、ヘッドマウントデバイスとユーザの身体の一部 (ユーザの頭部を除く) との間の相対位置関係に応じてコリジョン効果が設定されるので、仮想体験をさらに改善することが可能となる。

[0164] (4) 前記ステップ (f) は、前記ヘッドマウントデバイスと前記ユーザの身体の前記一部との間の距離を特定するステップを含み、

前記ステップ (g) では、前記特定された距離に応じて、前記コリジョン効果が設定される、項目 (3) に記載の情報処理方法。

[0165] 上記方法によれば、ヘッドマウントデバイスとユーザの身体の一部 (ユーザの頭部を除く) との間の距離に応じてコリジョン効果が設定されるので、仮想体験をさらに改善することが可能となる。

[0166] (5) 前記ステップ (f) は、前記ヘッドマウントデバイスに対する前記ユーザの身体の前記一部の相対速度を特定するステップを含み、

前記ステップ (g) では、前記特定された相対速度に応じて、前記コリジョン効果が設定される、項目 (1) 又は (2) に記載の情報処理方法。

[0167] 上記方法によれば、ヘッドマウントデバイスに対するユーザの身体の一部 (ユーザの頭部を除く) の相対速度に応じてコリジョン効果が設定されるので、仮想体験をさらに高めることが可能となる。

[0168] (6) 前記ステップ (f) は、前記ヘッドマウントデバイスに対する前記ユーザの身体の前記一部の相対速度を特定するステップを含み、

前記ステップ（g）では、前記特定された距離と前記特定された相対速度に応じて、前記コリジョン効果が設定される、項目（4）に記載の情報処理方法。

[0169] 上記方法によれば、ヘッドマウントデバイスとユーザの身体の一部（ユーザの頭部を除く）との間の距離とヘッドマウントデバイスに対する当該ユーザの身体の一部の相対速度に応じてコリジョン効果が設定されるので、仮想体験をさらに改善することが可能となる。

[0170] （7）前記ステップ（f）は、前記ヘッドマウントデバイスに対する前記ユーザの身体の前記一部の相対加速度を特定するステップをさらに含み、
前記ステップ（g）では、前記特定された相対加速度に応じて、前記コリジョン効果が設定される、項目（1）又は（2）に記載の情報処理方法。

[0171] 上記方法によれば、ヘッドマウントデバイスに対するユーザの身体の一部（ユーザの頭部を除く）の相対加速度に応じてコリジョン効果が設定されるので、仮想体験をさらに改善することが可能となる。

[0172] （8）前記ステップ（f）は、前記ヘッドマウントデバイスに対する前記ユーザの身体の前記一部の相対加速度を特定するステップをさらに含み、
前記ステップ（g）では、前記特定された距離と前記特定された相対速度に応じて、前記コリジョン効果が設定される、項目（4）に記載の情報処理方法。

[0173] 上記方法によれば、ヘッドマウントデバイスとユーザの身体の一部（ユーザの頭部を除く）との間の距離とヘッドマウントデバイスに対する当該ユーザの身体の一部の相対加速度に応じてコリジョン効果が設定されるので、仮想体験をさらに改善することが可能となる。

[0174] （9）項目（1）から（8）のうち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ためのプログラム。

[0175] 仮想体験をさらに改善することが可能なプログラムを提供することができる。

[0176] [本開示が示す実施形態のまとめ2]

非特許文献1では、現実空間におけるユーザの動きに応じて、VR空間内の所定のオブジェクトに与える所定の効果を設定することは開示されていない。特に、非特許文献1では、ユーザの手の動きに応じて、手オブジェクトと仮想オブジェクト（対象オブジェクト）との間のコリジョン（衝突）に起因して手オブジェクトが仮想オブジェクトに与える影響を規定する効果（以下、コリジョン効果という。）を変化させることは開示されていない。従って、ユーザの動きに応じて仮想オブジェクトに与える影響を改善することにより、ユーザのVR空間、AR（Augmented Reality）空間およびMR（Mixed Reality）空間における体験を改善する余地がある。

- [0177] （1）ヘッドマウントデバイスと、前記ヘッドマウントデバイスの位置とユーザの頭部以外の身体の一部の位置を検出するように構成された位置センサとを備えたシステムにおける情報処理方法であって、
- （a）仮想カメラと、操作オブジェクトと、対象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、
 - （b）前記ヘッドマウントデバイスの動きに応じて、前記仮想カメラの視野を更新するステップと、
 - （c）前記仮想カメラの視野と前記仮想空間データに基づいて、視野画像データを生成するステップと、
 - （d）前記視野画像データに基づいて、前記ヘッドマウントデバイスに視野画像を表示させるステップと、
 - （e）前記ユーザの身体の一部の動きに応じて、前記操作オブジェクトを移動させるステップと、
 - （f）前記ヘッドマウントデバイスの絶対速度に応じて、前記操作オブジェクトが前記対象オブジェクトに与える影響を規定するコリジョン効果を設定するステップと、を含み、
- 前記ステップ（f）は、
- （f1）前記ヘッドマウントデバイスの絶対速度が所定の値以下である場

合、前記コリジョン効果を第1のコリジョン効果に設定するステップと、

(f2) 前記ヘッドマウントデバイスの絶対速度が前記所定の値より大きい場合、前記コリジョン効果を前記第1のコリジョン効果とは異なる第2のコリジョン効果に設定するステップと、を含む、情報処理方法。

[0178] 上記方法によれば、ヘッドマウントデバイスの絶対速度に応じてコリジョン効果が設定される。特に、ヘッドマウントデバイスの絶対速度が所定の値以下である場合、コリジョン効果が第1のコリジョン効果に設定される一方、ヘッドマウントデバイスの絶対速度が所定の値より大きい場合、コリジョン効果が第2のコリジョン効果に設定される。このように、仮想オブジェクト(対象オブジェクト)に対するユーザの体験(以下、仮想体験という。)をさらに改善することが可能となる。

[0179] (2) 前記ステップ(f1)は、

前記ヘッドマウントデバイスの絶対速度が前記所定の値以下である場合、前記操作オブジェクトのコリジョンエリアの大きさを第1の大きさに設定するステップと、

前記操作オブジェクトのコリジョンエリアと前記対象オブジェクトとの間の位置関係に応じて、前記対象オブジェクトに対して影響を与えるステップと、を含み、

前記ステップ(f2)は、

前記ヘッドマウントデバイスの絶対速度が前記所定の値より大きい場合、前記操作オブジェクトのコリジョンエリアの大きさを前記第1の大きさとは異なる第2の大きさに設定するステップと、

前記操作オブジェクトのコリジョンエリアと前記対象オブジェクトとの間の位置関係に応じて、前記対象オブジェクトに対して影響を与えるステップと、を含む、項目(1)に記載の情報処理方法。

[0180] 上記方法によれば、ヘッドマウントデバイスの絶対速度に応じて、操作オブジェクトのコリジョンエリアの大きさが設定される。特に、ヘッドマウントデバイスの絶対速度が所定の値以下である場合、操作オブジェクトのコリ

ジョンエリアの大きさが第1の大きさに設定される。一方、ヘッドマウントデバイスの絶対速度が所定の値よりも大きい場合、操作オブジェクトのコリジョンエリアの大きさが第2の大きさに設定される。さらに、操作オブジェクトのコリジョンエリアと対象オブジェクトとの間の位置関係に応じて、対象オブジェクトに影響が与えられる。このように、仮想体験をさらに改善することが可能となる。

[0181] (3) (g) 前記ヘッドマウントデバイスに対する前記ユーザの身体の一部の相対速度を特定するステップをさらに含み、

前記ステップ (f) では、前記特定されたヘッドマウントデバイスの絶対速度と前記特定された相対速度とに応じて、前記コリジョン効果が設定される、項目 (1) 又は (2) に記載の情報処理方法。

[0182] 上記方法によれば、ヘッドマウントデバイスの絶対速度とヘッドマウントデバイスに対するユーザの身体の一部（ユーザの頭部を除く）の相対速度とに応じてコリジョン効果が設定されるので、仮想体験をさらに改善することができる。

[0183] (4) (h) 前記ヘッドマウントデバイスに対する前記ユーザの身体の一部の相対加速度を特定するステップをさらに含み、

前記ステップ (f) では、前記特定されたヘッドマウントデバイスの絶対速度と前記特定された相対加速度に応じて、前記コリジョン効果が設定される、項目 (1) 又は (2) に記載の情報処理方法。

[0184] 上記方法によれば、ヘッドマウントデバイスの絶対速度とヘッドマウントデバイスに対するユーザの身体の一部（ユーザの頭部を除く）の相対加速度とに応じてコリジョン効果が設定されるので、仮想体験をさらに改善することができる。

[0185] (5) 項目 (1) から (4) のうち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ためのプログラム。

[0186] 仮想体験をさらに改善することが可能なプログラムを提供することができる。

[0187] [本開示が示す実施形態のまとめ3]

非特許文献1では、現実空間におけるヘッドマウントデバイスの動きに応じて、HMDに提示される視野画像が変化する。この場合、ユーザがVR空間内における所望のオブジェクトに到達するためには、現実空間において移動したり、コントローラ等のデバイスに移動先を指定するための入力を行ったりする必要がある。

[0188] (項目1)

ヘッドマウントデバイスと、前記ヘッドマウントデバイスの位置とユーザの頭部以外の身体の一部の位置を検出するように構成された位置センサとを備えたシステムを制御するコンピュータによって情報処理方法であって、

(a) 仮想カメラと、操作オブジェクトと、対象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特定するステップと、

(b) 前記ヘッドマウントデバイスの動きに応じて、前記仮想カメラを動かすステップと、

(c) 前記身体の一部の動きに応じて、前記操作オブジェクトを動かすステップと、

(d) 前記操作オブジェクトと前記対象オブジェクトが所定の条件を満足した場合には、前記ヘッドマウントデバイスの動きに連動させずに前記仮想カメラを動かすステップと、

(e) 前記仮想カメラの動きに基づいて前記仮想カメラの視野を定義し、前記視野と前記仮想空間データに基づいて、視野画像データを生成するステップと、

(f) 前記視野画像データに基づいて、前記ヘッドマウントデバイスに視野画像を表示させるステップと、を含む、情報処理方法。

本項目の情報処理方法によれば、ユーザの身体の一部の動きに応じて動く操作オブジェクトと対象オブジェクトが所定の条件を満足した場合に、自動的に仮想カメラを動かすことができる。これにより、ユーザは意図に沿った形でVR空間内を移動していると認識することができ、仮想体験が改善され

得る。

(項目 2)

(d) において、前記ヘッドマウントデバイスと前記身体の一部の相対位置関係を維持するように、前記操作オブジェクトを前記仮想カメラの動きに追従して動かす、項目 1 の方法。

本項目の情報処理方法によれば、ユーザは移動後も違和感なく操作オブジェクトを用いた仮想体験を継続できる。これにより、仮想体験が改善され得る。

(項目 3)

前記所定の条件は、前記操作オブジェクトと前記対象オブジェクトが接触したことを含む、項目 1 または 2 の方法。

本項目の情報処理方法によれば、ユーザは意図に沿った形で VR 空間内を移動することができる。

(項目 4)

(d) において、前記接触に基づいて、前記対象オブジェクトの前記仮想カメラと対向する対向部分を前記仮想カメラから遠ざけるように処理するステップと、

前記ヘッドマウントデバイスと前記身体の一部の相対位置関係を維持するように、前記操作オブジェクトを前記仮想カメラの動きに追従して動かす場合に、前記仮想カメラを前記対向部分に近づけ、かつ、前記操作オブジェクトが前記対象オブジェクトに接触しないように、前記仮想カメラを動かす、項目 3 の方法。

本項目の情報処理方法によれば、移動後に操作オブジェクトが対象オブジェクトに接触することによる、ユーザの意図しない VR 空間内における移動が発生することを防止できる。

(項目 5)

(d) において、前記操作オブジェクトと前記対象オブジェクトが接触した時点における前記仮想カメラの視軸が延びる方向に、前記仮想カメラを動

かす、項目 3 または 4 の方法。

本項目の情報処理方法によれば、VR 空間内においてユーザの正面方向に仮想カメラが移動されるので、仮想カメラ移動時に生じうる映像酔い（所謂 VR 酔い）が防止され得る。

（項目 6）

前記操作オブジェクトと前記対象オブジェクトが接触した位置が、前記仮想カメラの視軸から離れるに従って、前記仮想カメラを動かす距離を小さくする、項目 5 の方法。

本項目の情報処理方法によれば、移動後に操作オブジェクトが対象オブジェクトに接触することによる、ユーザの意図しない VR 空間内における移動が発生することを防止できる。

（項目 7）

前記操作オブジェクトと前記対象オブジェクトが接触した位置が、前記仮想カメラの視野外である場合には、前記仮想カメラを動かさない、項目 3 ～ 6 のいずれかの方法。

本項目の情報処理方法によれば、ユーザの意図しない VR 空間内における移動が発生することを防止できる。

（項目 8）

項目 1 ～ 7 のいずれかの方法を、前記コンピュータに実行させるプログラム。

[0189] [本開示が示す実施形態のまとめ 4]

非特許文献 1 に開示された VR ゲームでは、手オブジェクトの操作中において、手オブジェクトがオブジェクトに意図せずに接触することにより、オブジェクトが誤作動し得る。

[0190] (1) ヘッドマウントデバイスと、前記ヘッドマウントデバイスの位置とユーザの頭部以外の身体の一部の位置を検出するように構成された位置センサとを備えたシステムにおけるコンピュータにより実行される情報処理方法であって、

(a) 仮想カメラと、操作オブジェクトと、対象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、

(b) 前記ヘッドマウントデバイスの位置及び傾きに基づいて、前記仮想カメラの視野を特定するステップと、

(c) 前記仮想カメラの視野と前記仮想空間データに基づいて、前記ヘッドマウントデバイスに視野画像を表示させるステップと、

(d) 前記ユーザの身体の一部の位置に基づいて、前記操作オブジェクトの位置を特定するステップと、を含み、

前記操作オブジェクトのコリジョンエリアが前記対象オブジェクトのコリジョンエリアに意図的に接触したかどうかを判定するための所定の条件が満たされないと判定された場合、前記操作オブジェクトは前記対象オブジェクトに所定の影響を与えない、情報処理方法。

[0191] 上記方法によれば、操作オブジェクトのコリジョンエリアが対象オブジェクトのコリジョンエリアに意図的に接触したかどうかを判定するための所定の条件が満たされないと判定された場合、操作オブジェクトは対象オブジェクトに所定の影響を与えない。このように、操作オブジェクトが意図せずに対象オブジェクトに接触したと判定される場合には、操作オブジェクトと対象オブジェクトとの間のコリジョン効果は生じない。例えば、手オブジェクト（操作オブジェクトの一例）がボタンオブジェクト（対象オブジェクトの一例）に意図せず接触した場合、ボタンオブジェクトが手オブジェクトによって意図せず押されてしまうといった状況が回避される。従って、ユーザの仮想体験をさらに改善することが可能な情報処理方法を提供することができる。

[0192] (2) (e) 前記ヘッドマウントデバイスの絶対速度を特定するステップをさらに含み、

前記所定の条件は、前記ヘッドマウントデバイスの絶対速度が所定の値以下であることである、項目(1)に記載の情報処理方法。

[0193] 上記方法によれば、ヘッドマウントデバイス(HMD)の絶対速度が所定

の値以下ではない（つまり、HMDの絶対速度が所定の値より大きい）と判定された場合に、操作オブジェクトは対象オブジェクトに所定の影響を与えない。このように、HMDの絶対速度が所定の値よりも大きい状態で操作オブジェクトが対象オブジェクトに接触した場合には、操作オブジェクトは意図せずに対象オブジェクトに接触したと判定され、操作オブジェクトと対象オブジェクトとの間のコリジョン効果は生じない。

[0194] （３）前記所定の条件は、第１条件と第２条件とを含み、
前記第１条件は、前記ヘッドマウントデバイスに関連した条件であり、
前記第２条件は、前記第１条件とは異なる条件であり、
前記第１条件及び前記第２条件が満たされないと判定された場合、前記操作オブジェクトは前記対象オブジェクトに前記所定の影響を与えない、項目（１）又は（２）に記載の情報処理方法。

[0195] 上記方法によれば、操作オブジェクトのコリジョンエリアが対象オブジェクトのコリジョンエリアに意図的に接触したかどうかを判定するための第１条件及び第２条件が満たされないと判定された場合、操作オブジェクトは対象オブジェクトに所定の影響を与えない。このように、互いに異なる２つの判定条件を用いることで操作オブジェクトが意図せずに対象オブジェクトに接触したかどうかをより確実に判定することができる。

[0196] （４）（e）前記ヘッドマウントデバイスの絶対速度を特定するステップをさらに含み、
前記第１条件は、前記ヘッドマウントデバイスの絶対速度が所定の値以下であることであって、
前記第２条件は、前記操作オブジェクトが前記仮想カメラの視野内に存在することである、項目（３）に記載の情報処理方法。

[0197] 上記方法によれば、ヘッドマウントデバイス（HMD）の絶対速度が所定の値以下ではない（つまり、HMDの絶対速度が所定の値より大きい）と判定されると共に、操作オブジェクトが仮想カメラの視野内に存在しないと判定された場合に、操作オブジェクトは対象オブジェクトに所定の影響を与え

ない。このように、HMDの絶対速度が所定の値よりも大きく、且つ操作オブジェクトが仮想カメラの視野内に存在しない状態で操作オブジェクトが対象オブジェクトに接触した場合には、操作オブジェクトは意図せずに対象オブジェクトに接触したと判定され、操作オブジェクトと対象オブジェクトとの間のコリジョン効果は生じない。

[0198] (5) (e) 前記ヘッドマウントデバイスの絶対速度を特定するステップをさらに含み、

前記第1条件は、前記ヘッドマウントデバイスの絶対速度が所定の値以下であることであって、

前記第2条件は、前記操作オブジェクトと前記対象オブジェクトのうちの少なくとも一つが前記仮想カメラの視野内に存在することである、項目(3)に記載の情報処理方法。

[0199] 上記方法によれば、ヘッドマウントデバイス(HMD)の絶対速度が所定の値以下ではない(つまり、HMDの絶対速度が所定の値より大きい)と判定されると共に、操作オブジェクトと対象オブジェクトの両方が仮想カメラの視野内に存在しないと判定された場合に、操作オブジェクトは対象オブジェクトに所定の影響を与えない。このように、HMDの絶対速度が所定の値よりも大きく、且つ操作オブジェクトと対象オブジェクトの両方が仮想カメラの視野内に存在しない状態で操作オブジェクトが対象オブジェクトに接触した場合には、操作オブジェクトは意図せずに対象オブジェクトに接触したと判定され、操作オブジェクトと対象オブジェクトとの間のコリジョン効果は生じない。

[0200] (6) (e) 前記ヘッドマウントデバイスの絶対速度を特定するステップと、

(f) 前記ヘッドマウントデバイスに対する前記ユーザの前記身体の一部の相対速度を特定するステップと、をさらに含み、

前記第1条件は、前記ヘッドマウントデバイスの絶対速度が所定の値以下であることであって、

前記第2条件は、前記相対速度が所定の値よりも大きいことである、項目(3)に記載の情報処理方法。

[0201] 上記方法によれば、ヘッドマウントデバイス(HMD)の絶対速度が所定の値以下ではない(つまり、HMDの絶対速度が所定の値より大きい)と判定されると共に、HMDに対するユーザの身体の一部の相対速度が所定の値よりも大きくない(つまり、HMDに対するユーザの身体の一部の相対速度が所定の値以下である)と判定された場合に、操作オブジェクトは対象オブジェクトに所定の影響を与えない。このように、HMDの絶対速度が所定の値よりも大きく、且つユーザの身体の一部の相対速度が所定の値以下である状態で操作オブジェクトが対象オブジェクトに接触した場合には、操作オブジェクトは意図せずに対象オブジェクトに接触したと判定され、操作オブジェクトと対象オブジェクトとの間のコリジョン効果は生じない。

[0202] (7)項目(1)から(6)のうち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ためのプログラム。

[0203] 上記プログラムによれば、ユーザの仮想体験をさらに改善させることができる。

符号の説明

- [0204] 1 : HMDシステム
3 : 通信ネットワーク
2 1 : 中心位置
1 1 2 : 表示部
1 1 4 : HMDセンサ
1 2 0 : 制御装置
1 2 1 : 制御部
1 2 3 : 記憶部
1 2 4 : I/Oインターフェース
1 2 5 : 通信インターフェース
1 2 6 : バス

130 : 位置センサ
140 : 注視センサ
200 : 仮想空間
300 : 仮想カメラ
302 : 操作ボタン
302 a, 302 b : プッシュ式ボタン
302 e, 302 f : トリガー式ボタン
304 : 検知点
320 : 外部コントローラ
320 i : アナログスティック
320 L : 左手用外部コントローラ (コントローラ)
320 R : 右手用外部コントローラ (コントローラ)
322 : 天面
324 : グリップ
326 : フレーム
400 : 手オブジェクト
400 L : 左手オブジェクト
400 R : 右手オブジェクト
500 : 壁オブジェクト
600 : ボタンオブジェクト
620 : 操作部
620 a : 接触面
CA : コリジョンエリア
CV : 視野
CV a : 第1領域
CV b : 第2領域

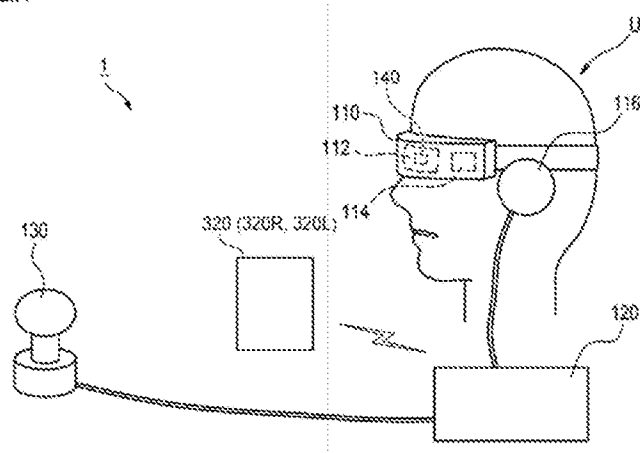
請求の範囲

- [請求項1] ヘッドマウントデバイスと、前記ヘッドマウントデバイスの位置とユーザの頭部以外の身体の一部の位置を検出するように構成された位置センサとを備えたシステムにおけるコンピュータにより実行される情報処理方法であって、
- 操作オブジェクトと、対象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、
- 前記ヘッドマウントデバイスの位置及び傾きに基づいて、前記ヘッドマウントデバイスに視野画像を表示させるステップと、
- 前記ユーザの身体の一部の位置に基づいて、前記操作オブジェクトの位置を特定するステップと、を含み、
- 前記操作オブジェクトのコリジョンエリアが前記対象オブジェクトのコリジョンエリアに意図的に接触したかどうかを判定するための所定の条件が満たされないと判定された場合、前記操作オブジェクトは前記対象オブジェクトに所定の影響を与えない、情報処理方法。
- [請求項2] 前記所定の条件は、前記ヘッドマウントデバイスの絶対速度が所定の値以下であることである、請求項1に記載の情報処理方法。
- [請求項3] 前記所定の条件は、第1条件と第2条件とを含み、
- 前記第1条件は、前記ヘッドマウントデバイスに関連した条件であり、
- 前記第2条件は、前記第1条件とは異なる条件であり、
- 前記第1条件及び前記第2条件が満たされないと判定された場合、前記操作オブジェクトは前記対象オブジェクトに前記所定の影響を与えない、請求項1又は2に記載の情報処理方法。
- [請求項4] 前記第1条件は、前記ヘッドマウントデバイスの絶対速度が所定の値以下であることであって、
- 前記第2条件は、前記操作オブジェクトが前記視野画像内に存在することである、請求項3に記載の情報処理方法。

- [請求項5] 前記第1条件は、前記ヘッドマウントデバイスの絶対速度が所定の値以下であることであって、
- 前記第2条件は、前記操作オブジェクトと前記対象オブジェクトのうちの少なくとも一つが前記視野画像内に存在することである、請求項3に記載の情報処理方法。
- [請求項6] 前記第1条件は、前記ヘッドマウントデバイスの絶対速度が所定の値以下であることであって、
- 前記第2条件は、前記ヘッドマウントデバイスに対する前記ユーザの前記身体の一部の相対速度が所定の値よりも大きいことである、請求項3に記載の情報処理方法。
- [請求項7] 請求項1から6のうち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ためのプログラム。

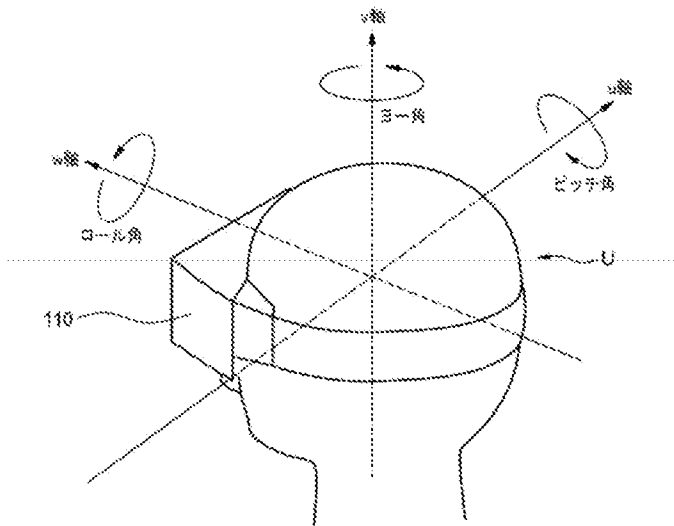
[図1]

FIG.1



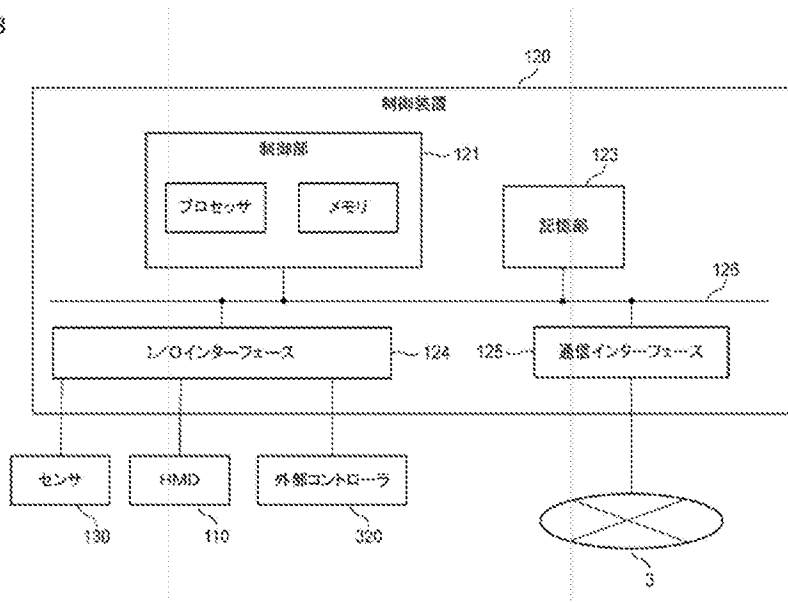
[図2]

FIG.2



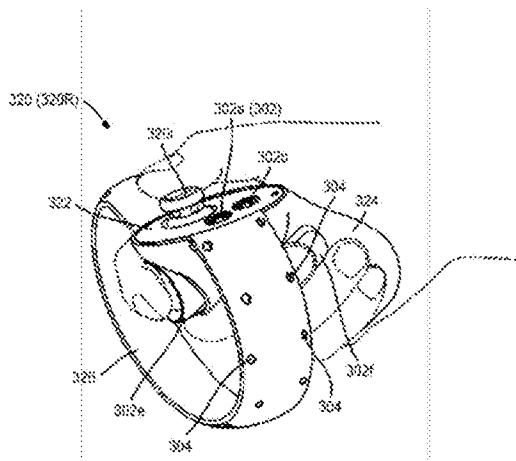
[図3]

FIG.3



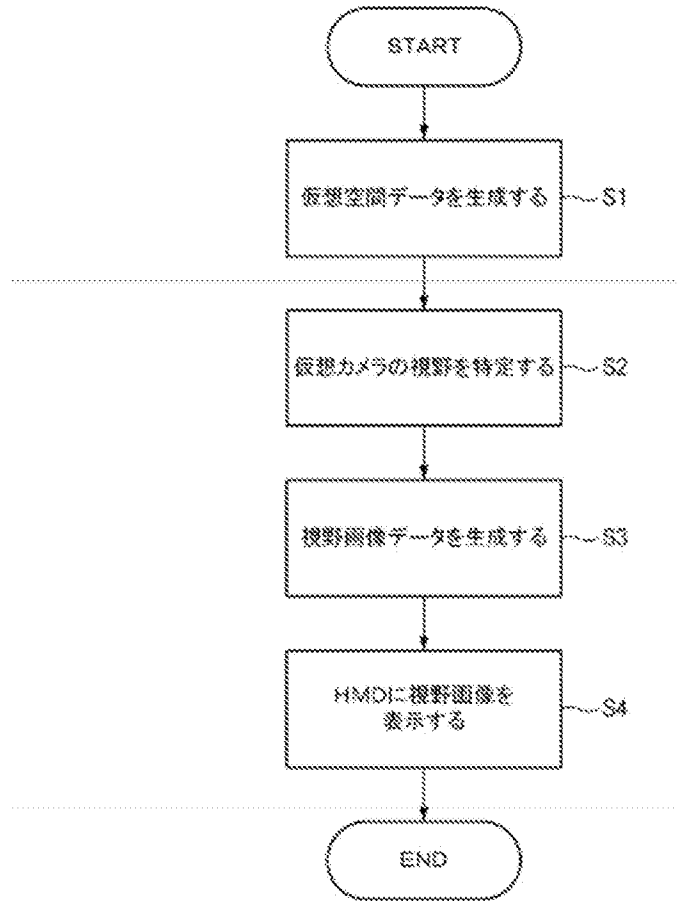
[図4]

FIG.4



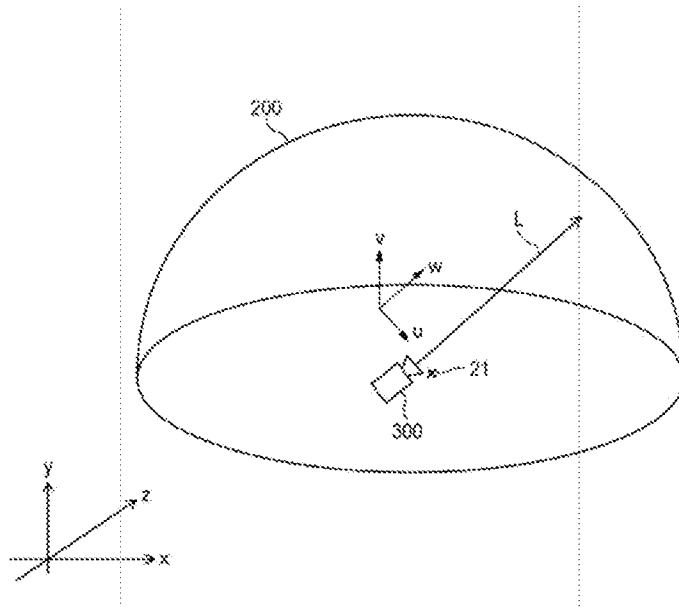
[図5]

FIG.5



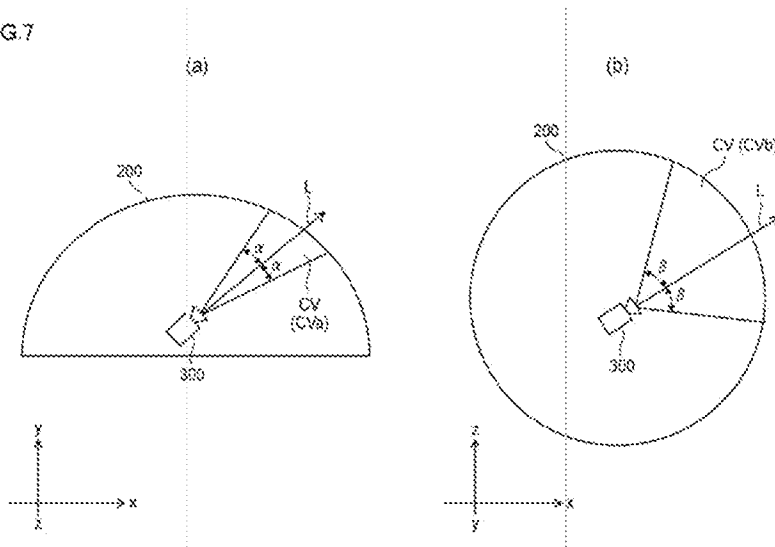
[図6]

FIG. 6



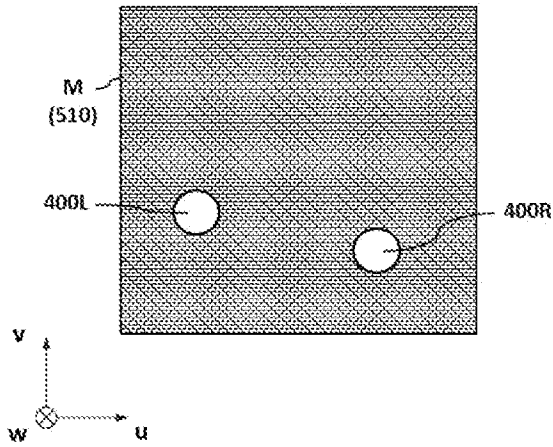
[図7]

FIG. 7



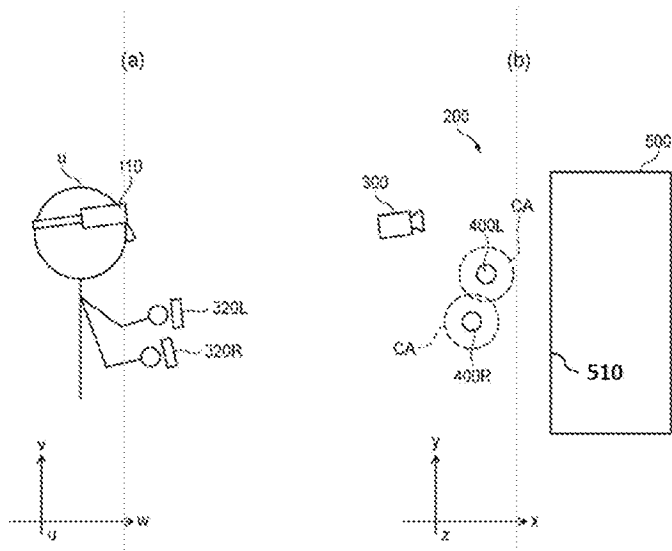
[図8]

FIG.8



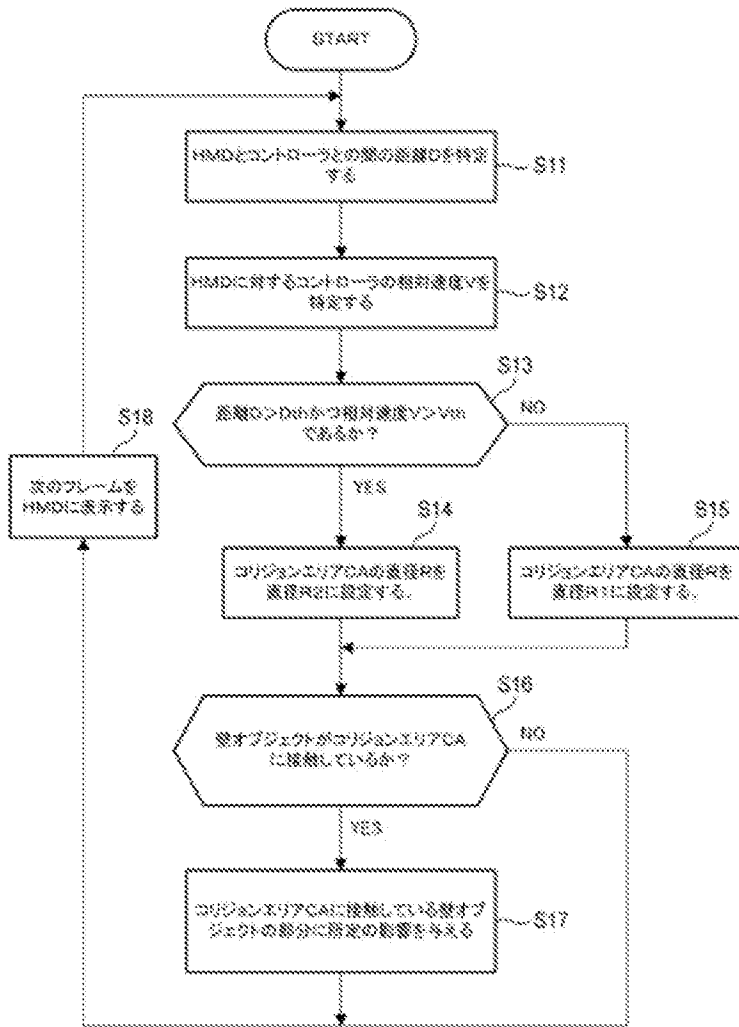
[図9]

FIG.9



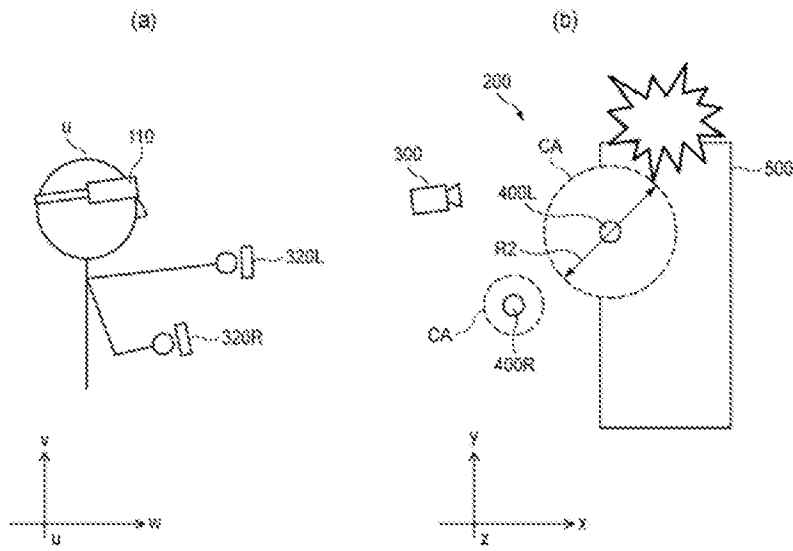
[図10]

FIG.10



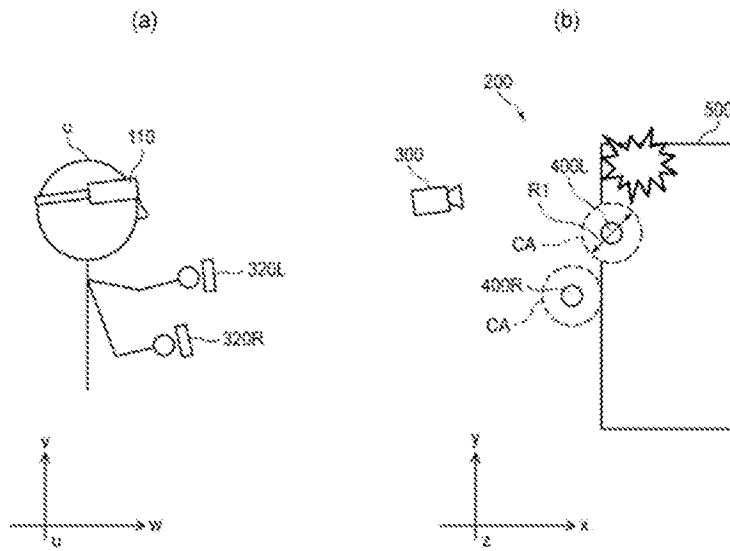
[図11]

FIG. 11



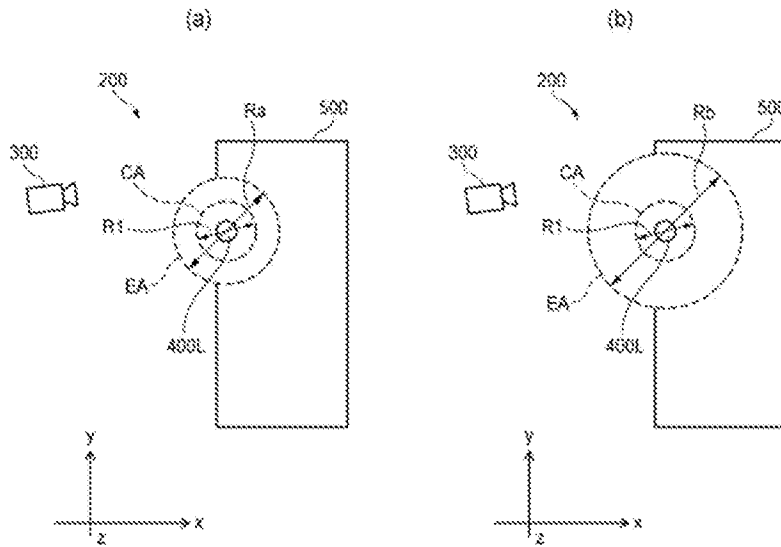
[図12]

FIG. 12



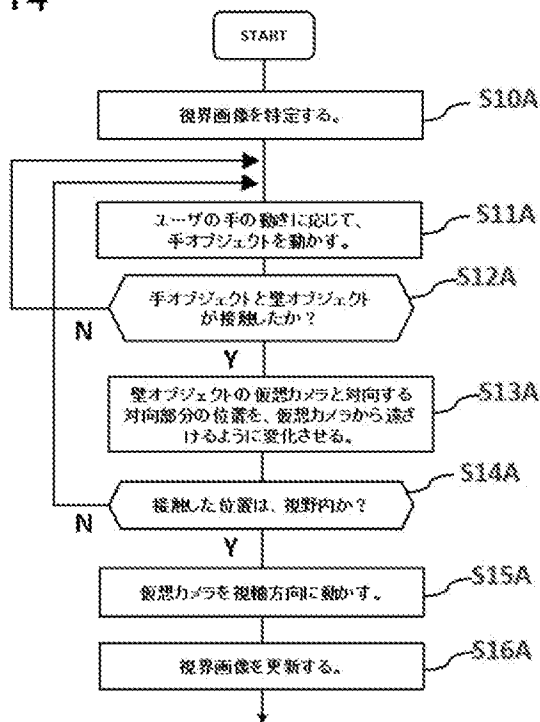
[図13]

FIG.13



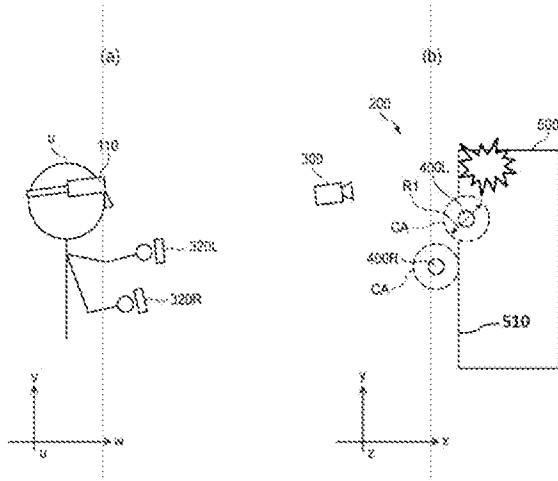
[図14]

Fig. 14



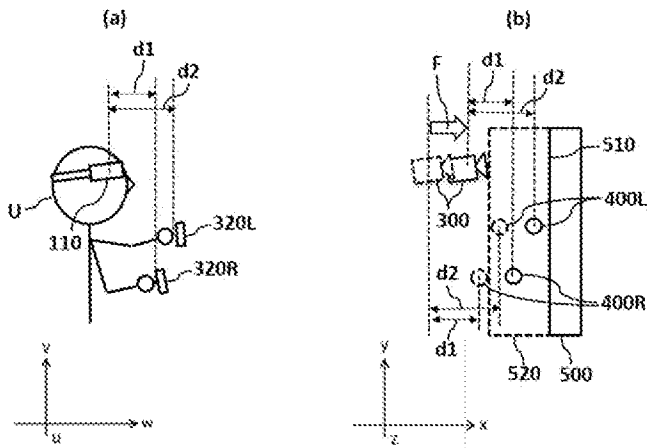
[圖15]

Fig.15



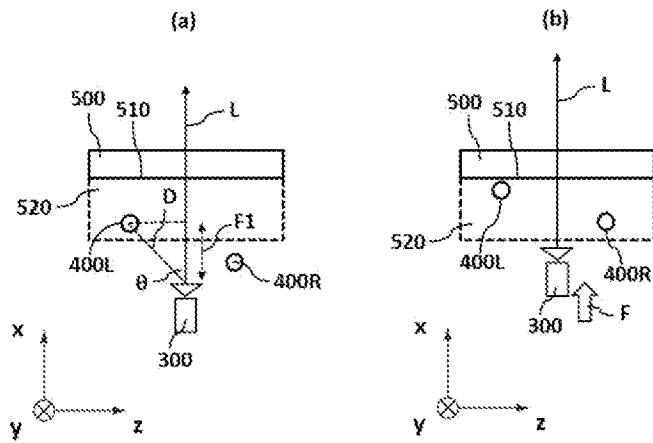
[圖16]

Fig.16



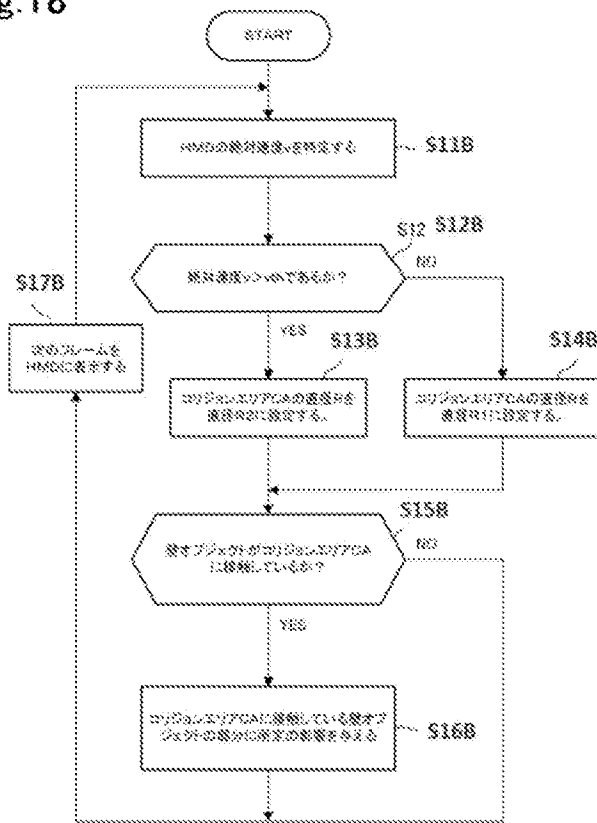
[図17]

Fig.17



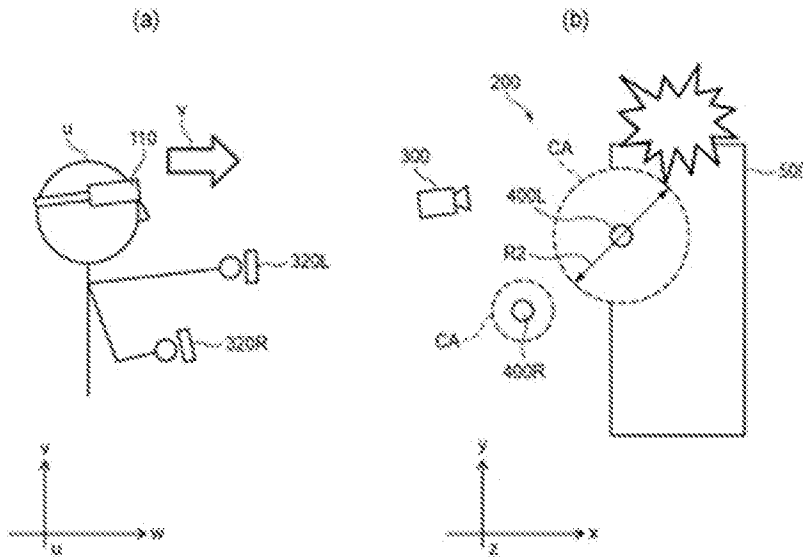
[図18]

Fig.18



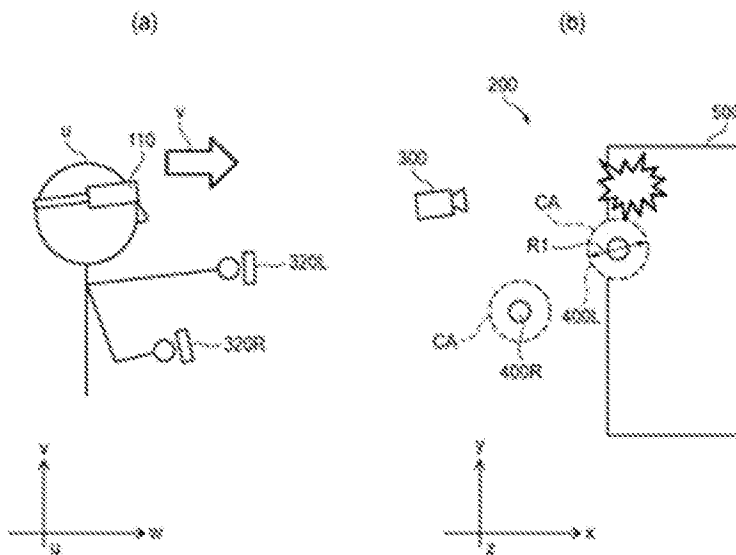
[圖19]

Fig. 19



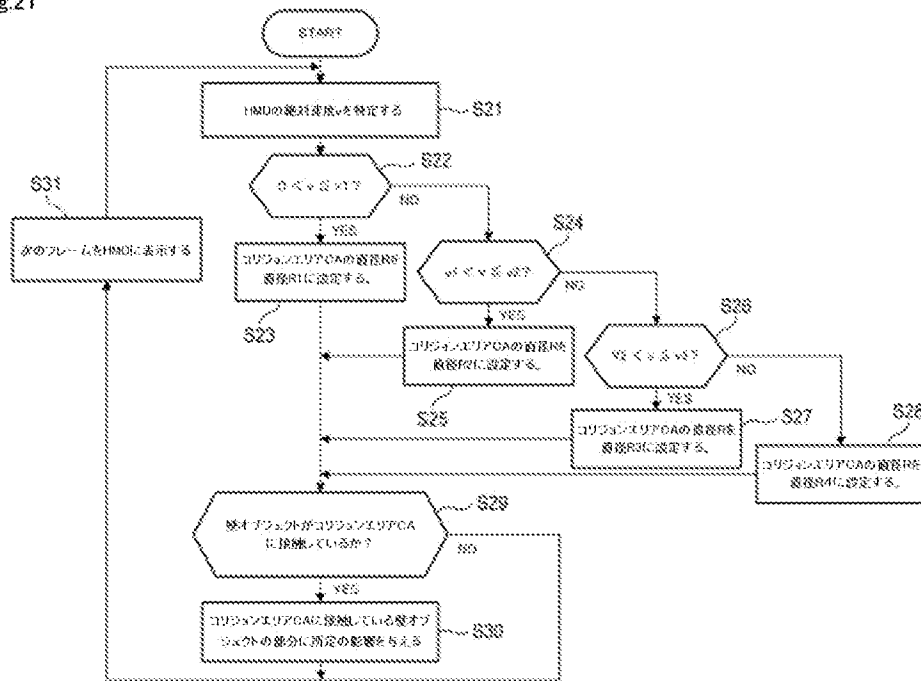
[圖20]

Fig. 20



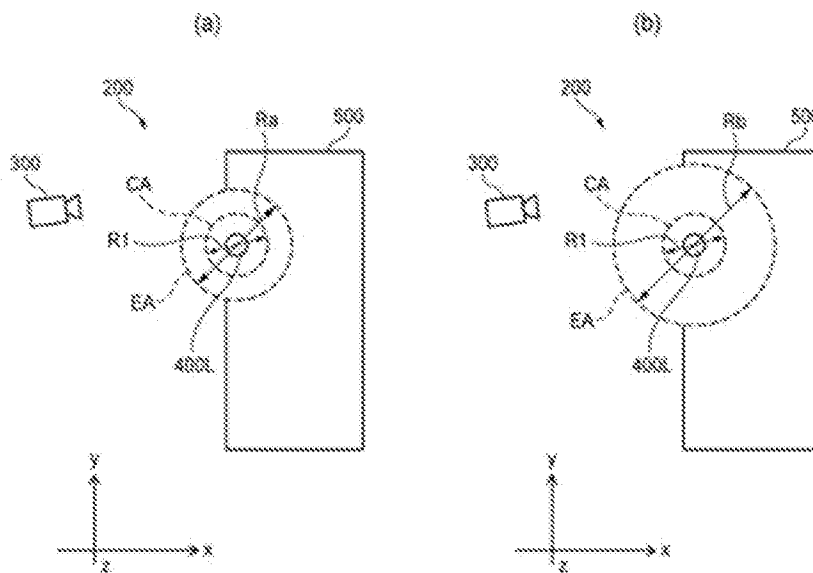
[図21]

Fig.21



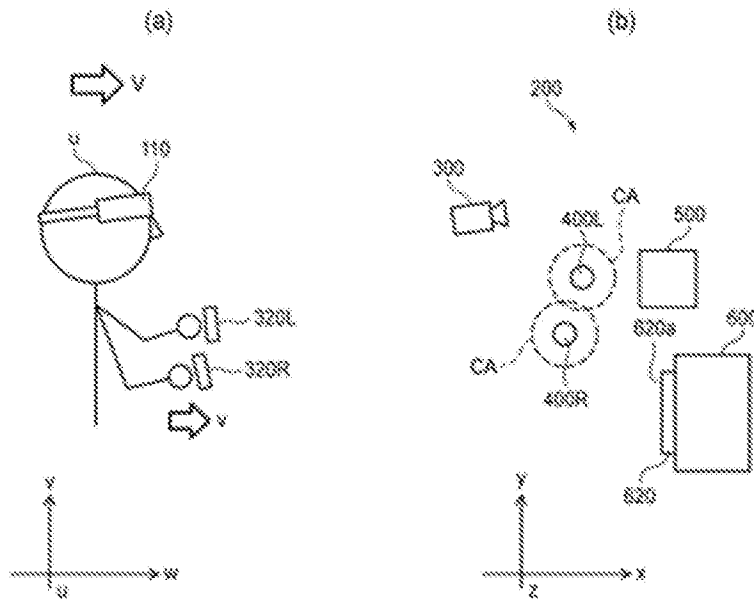
[図22]

Fig.22



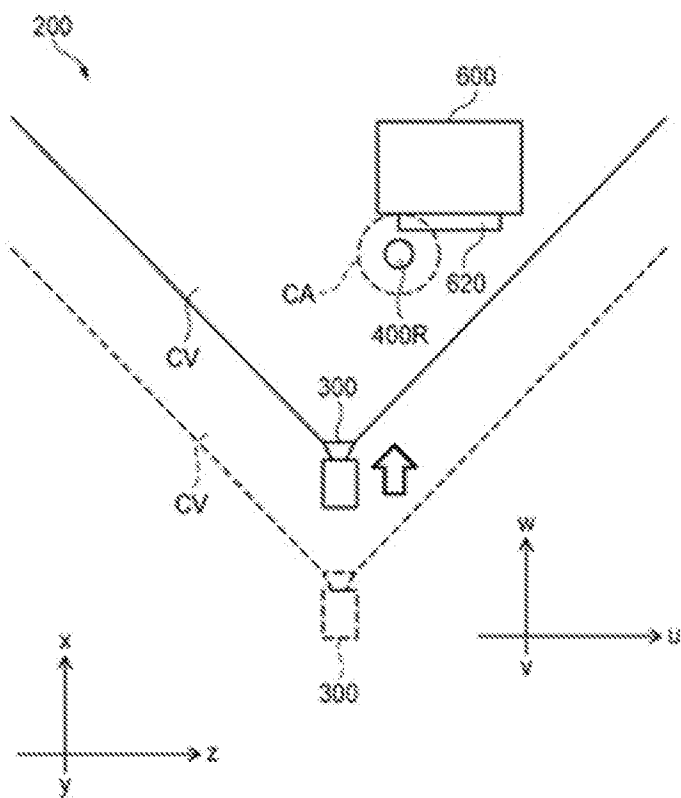
[図23]

Fig. 23



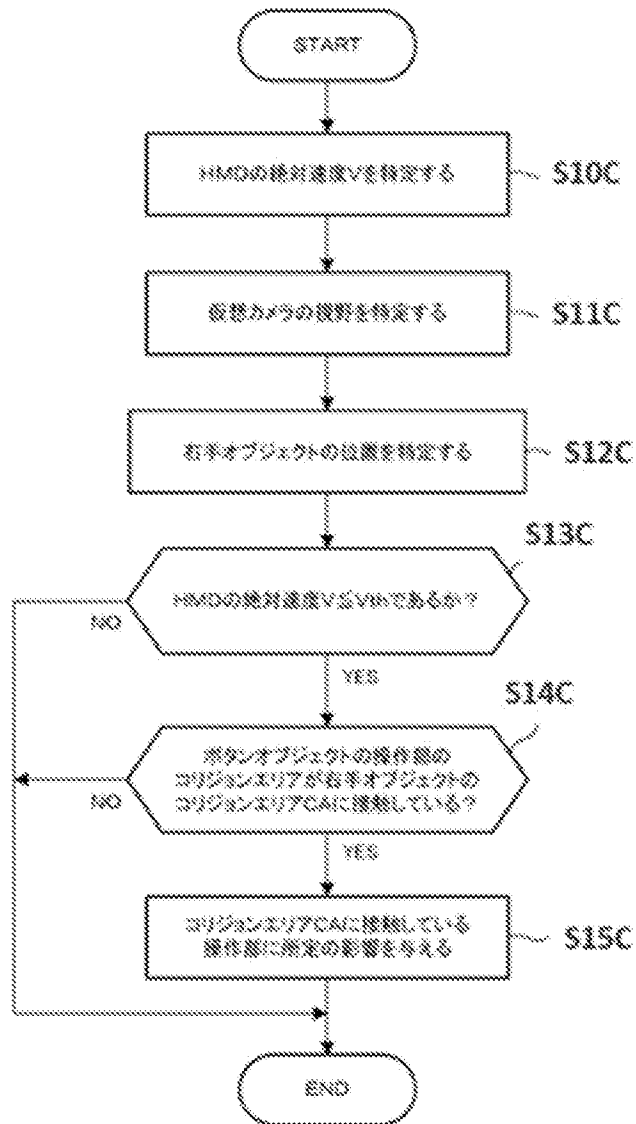
[図24]

Fig.24



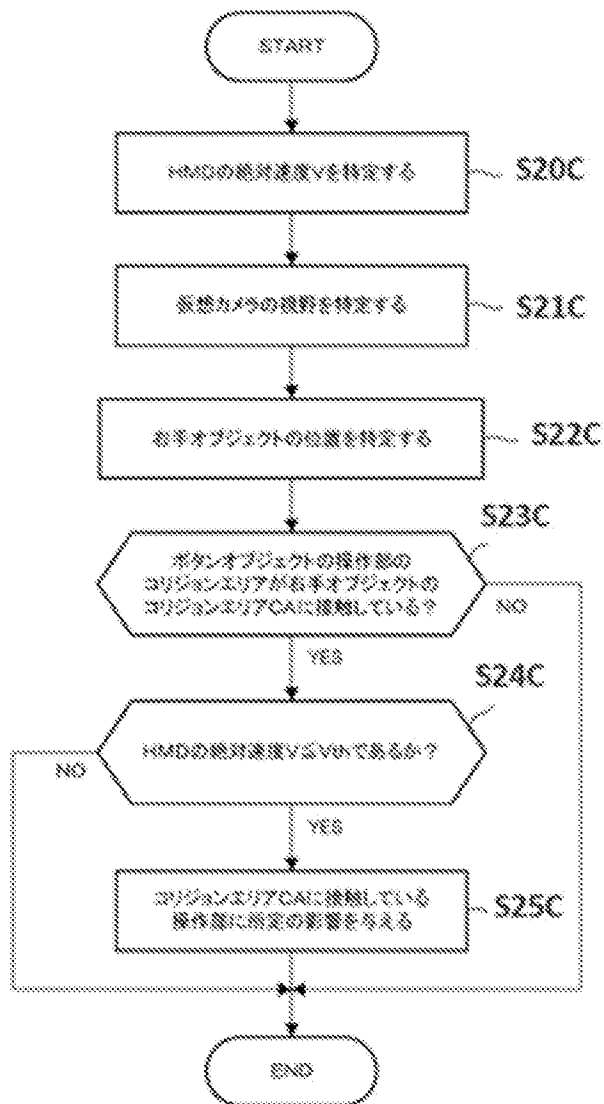
[図25]

Fig.25



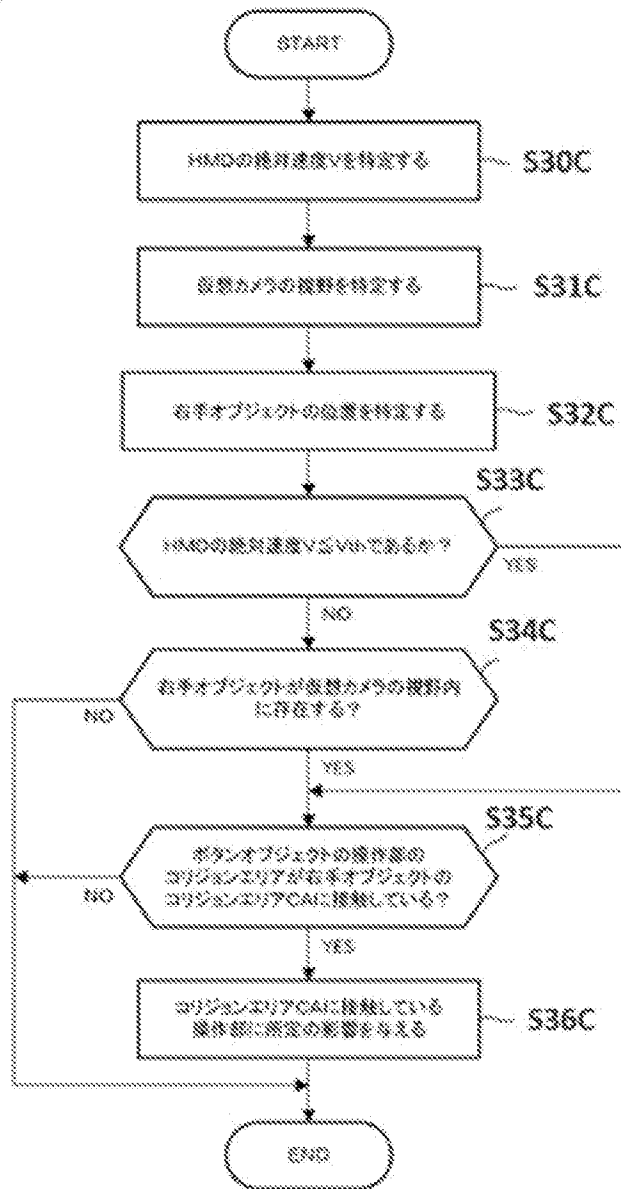
[図26]

Fig.26



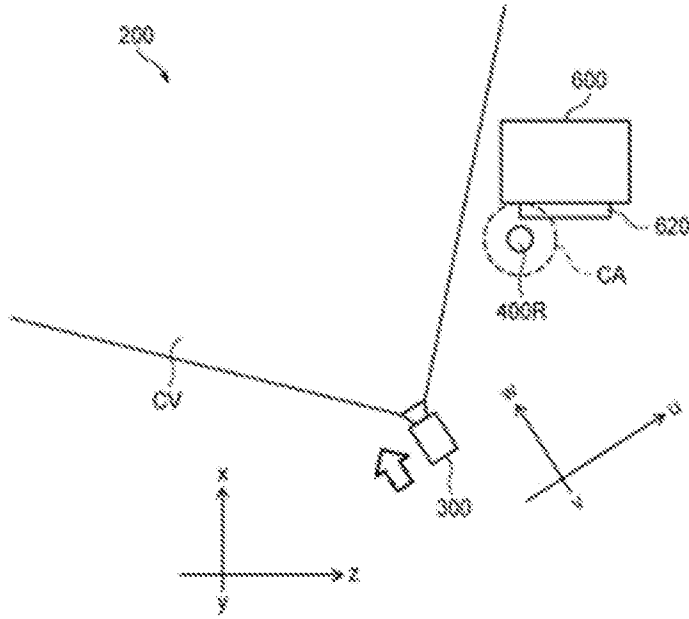
[図27]

Fig.27



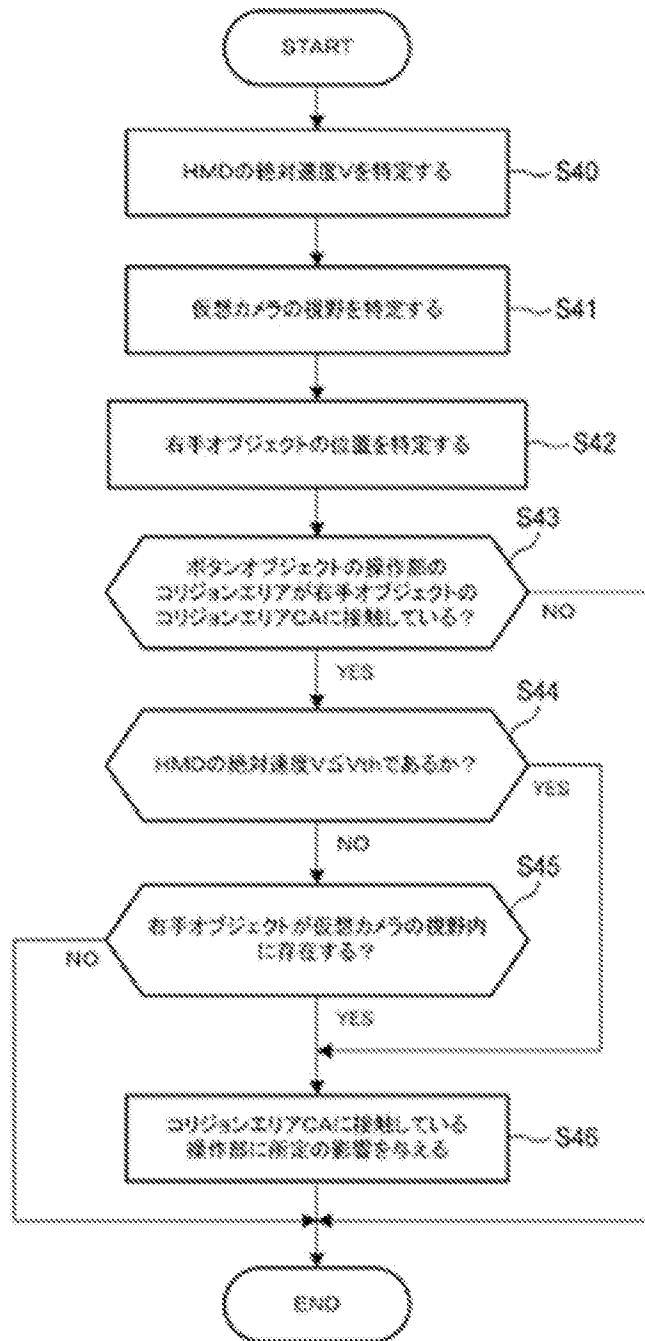
[図28]

Fig.28



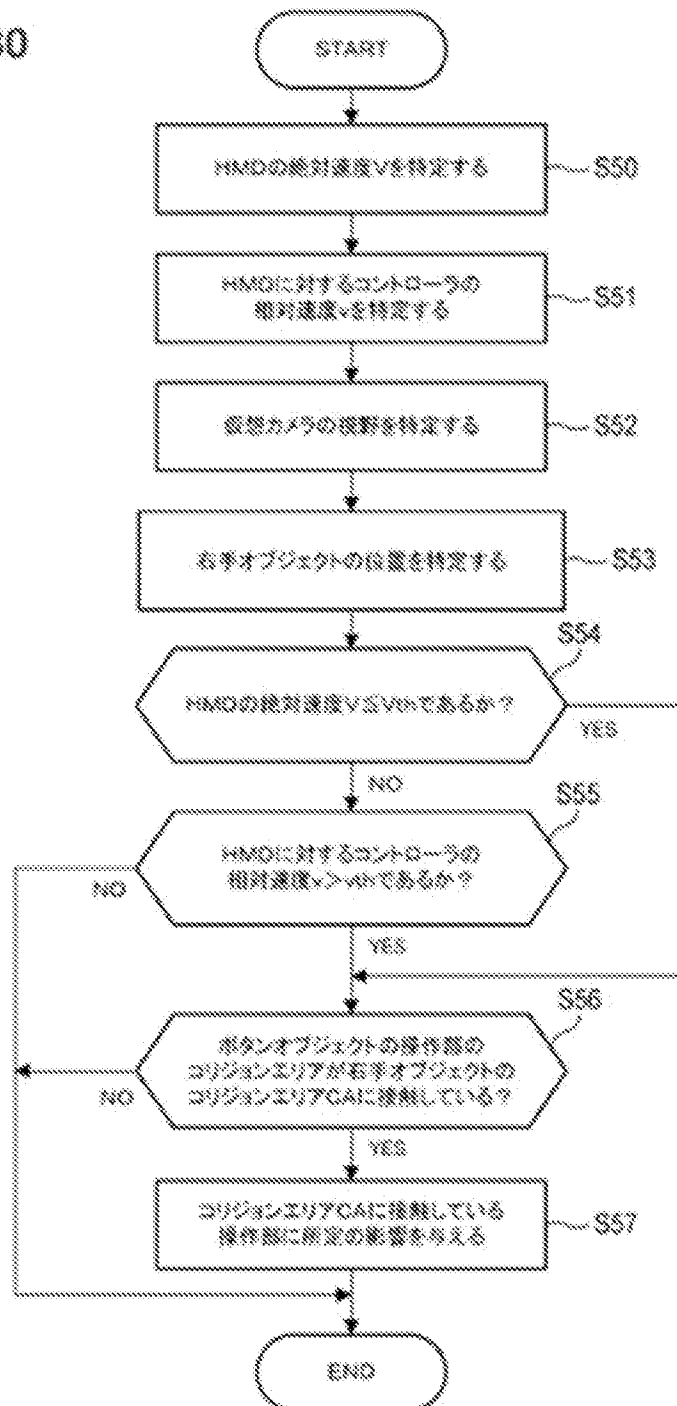
[図29]

Fig.29



[図30]

Fig.30



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/012998

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G06T19/00(2011.01)i, A63F13/577(2014.01)i, G06F3/0481(2013.01)i,
G06F3/0484(2013.01)i, G09G5/00(2006.01)i, G09G5/34(2006.01)i, G09G5/36
(2006.01)i, G09G5/38(2006.01)i, G06F3/01(2006.01)n, G06F3/0346(2013.01)n
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G06T19/00, A63F13/577, G06F3/0481, G06F3/0484, G09G5/00, G09G5/34,
G09G5/36, G09G5/38, G06F3/01, G06F3/0346

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2015-232783 A (Bandai Namco Entertainment Inc.), 24 December 2015 (24.12.2015), paragraphs [0078], [0153]; fig. 5 to 8 & US 2015/0352437 A1 paragraphs [0144] to [0145], [0237]; fig. 5 to 8	1 2-7
Y	JP 2015-114757 A (Sony Corp.), 22 June 2015 (22.06.2015), paragraph [0086] & US 2015/0161762 A1 paragraph [0072]	2-7

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 02 May 2017 (02.05.17)	Date of mailing of the international search report 16 May 2017 (16.05.17)
-------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/012998

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-71499 A (Kyocera Corp.), 21 April 2014 (21.04.2014), paragraphs [0089] to [0094]; fig. 19 to 20 & US 2015/0260990 A1 paragraphs [0134] to [0139]; fig. 19 to 20 & WO 2014/050959 A1 & EP 2902875 A1 & CN 104662494 A	1-7
A	JP 5869177 B1 (Colopl, Inc.), 15 January 2016 (15.01.2016), paragraphs [0016] to [0022]; fig. 1 & US 2017/0076496 A1 paragraphs [0022] to [0031]; fig. 1 & WO 2017/047150 A1	1-7
A	US 2014/0204002 A1 (BENNET et al.), 24 July 2014 (24.07.2014), paragraphs [0064] to [0067]; fig. 6 & WO 2014/113408 A1 & EP 2946264 A1 & CN 105283824 A	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06T19/00(2011.01)i, A63F13/577(2014.01)i, G06F3/0481(2013.01)i, G06F3/0484(2013.01)i, G09G5/00(2006.01)i, G09G5/34(2006.01)i, G09G5/36(2006.01)i, G09G5/38(2006.01)i, G06F3/01(2006.01)n, G06F3/0346(2013.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06T19/00, A63F13/577, G06F3/0481, G06F3/0484, G09G5/00, G09G5/34, G09G5/36, G09G5/38, G06F3/01, G06F3/0346

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2015-232783 A（株式会社バンダイナムコエンターテインメント） 2015.12.24, 段落[0078], [0153], 第5-8図 & US 2015/0352437 A1, 段落[0144]-[0145], [0237], 第5-8図	1 2-7
Y	JP 2015-114757 A（ソニー株式会社） 2015.06.22, 段落[0086] & US 2015/0161762 A1, 段落[0072]	2-7

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

02.05.2017

国際調査報告の発送日

16.05.2017

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ISA/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

千葉 久博

5H

3991

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2014-71499 A (京セラ株式会社) 2014.04.21, 段落[0089]-[0094], 第19-20 図 & US 2015/0260990 A1, 段落[0134]-[0139], 第19-20 図 & WO 2014/050959 A1 & EP 2902875 A1 & CN 104662494 A	1-7
A	JP 5869177 B1 (株式会社コロプラ) 2016.01.15, 段落[0016]-[0022], 第1 図 & US 2017/0076496 A1, 段落[0022]-[0031], 第1 図 & WO 2017/047150 A1	1-7
A	US 2014/0204002 A1 (BENNET et al.) 2014.07.24, 段落[0064]-[0067], 第6 図 & WO 2014/113408 A1 & EP 2946264 A1 & CN 105283824 A	1-7