

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4553362号
(P4553362)

(45) 発行日 平成22年9月29日 (2010.9.29)

(24) 登録日 平成22年7月23日 (2010.7.23)

(51) Int.Cl.

F I

G 0 6 T 17/40 (2006.01)

G 0 6 T 17/40 G

G 0 6 F 3/048 (2006.01)

G 0 6 F 3/048 6 5 1 A

請求項の数 9 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2005-23935 (P2005-23935)
 (22) 出願日 平成17年1月31日 (2005.1.31)
 (65) 公開番号 特開2006-209664 (P2006-209664A)
 (43) 公開日 平成18年8月10日 (2006.8.10)
 審査請求日 平成20年1月11日 (2008.1.11)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康德
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二
 (72) 発明者 坂内 祐一
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 システム、画像処理装置、情報処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の観察者の視点の位置姿勢を取得する第1の取得手段と、
 前記第1の取得手段が取得した位置姿勢を有する視点から見える仮想空間の画像を生成する生成手段と、
 前記第1の観察者が仮想物体を操作するために使用する第1の操作手段と、
 前記第1の観察者が前記仮想物体に対して行う操作を遠隔支援する第2の観察者が前記仮想物体を操作するために使用する第2の操作手段と、
 前記視点から見える現実空間の画像を取得する第2の取得手段と、
 前記第2の取得手段が取得した画像上に前記生成手段が生成した画像を重畳させて、前記第1の観察者が装着する頭部装着型表示装置、前記第2の観察者が装着する頭部装着型表示装置に出力する出力手段とを備え、
 前記生成手段は、前記第1の操作手段、前記第2の操作手段による操作結果が反映された前記仮想空間の画像を生成することを特徴とするシステム。

【請求項 2】

更に、前記第2の操作手段を示す仮想物体を、当該仮想物体と前記第1の観察者の視点との位置姿勢関係が、前記第2の観察者の視点と前記第2の操作手段との位置姿勢関係と同じになるように前記仮想空間中に配置する配置手段を備えることを特徴とする請求項1に記載のシステム。

【請求項 3】

10

20

更に、前記第2の観察者が存在する空間内で定義された座標系における前記第2の操作手段の位置姿勢をもって、前記第2の操作手段を示す仮想物体を前記第1の観察者が存在する空間中に配置する配置手段を備えることを特徴とする請求項1に記載のシステム。

【請求項4】

前記第1の操作手段、前記第2の操作手段はそれぞれ前記第1の観察者、前記第2の観察者が手に保持するスタイラスであることを特徴とする請求項1に記載のシステム。

【請求項5】

第1の観察者の視点の位置姿勢を取得する第1の取得手段と、

前記第1の取得手段が取得した位置姿勢を有する視点から見える仮想空間の画像を生成する生成手段と、

前記視点から見える現実空間の画像を取得する第2の取得手段と、

前記第2の取得手段が取得した画像上に前記生成手段が生成した画像を重畳させて、前記第1の観察者が装着する頭部装着型表示装置、前記第1の観察者が仮想物体に対して行う操作を遠隔支援する第2の観察者が装着する頭部装着型表示装置に出力する出力手段とを備え、

前記生成手段は、前記第1の観察者が前記仮想物体を操作するために使用する第1の操作手段、前記第2の観察者が前記仮想物体を操作するために使用する第2の操作手段による操作結果が反映された前記仮想空間の画像を生成することを特徴とする画像処理装置。

【請求項6】

現実画像と仮想物体を示す仮想画像を合成した立体視合成画像を生成する情報処理装置が行う情報処理方法であって、

前記情報処理装置が有する制御手段が、

第1の観察者の視点からの右目用および左目用の現実画像を取得し、

前記第1の観察者の視点の位置姿勢を取得し、

前記第1の観察者が仮想物体を操作するための第1の指示部の位置姿勢を取得し、

第2の観察者が前記仮想物体を操作するための第2の指示部の位置姿勢を取得し、

前記第1または前記第2の指示部の位置姿勢に基づき、前記仮想物体の情報を制御し、

前記制御された仮想物体の情報に基づき、前記第1の観察者の視点の位置姿勢に応じた右目用および左目用の仮想画像を生成し、

前記現実画像と前記仮想画像を合成することにより右目用および左目用の合成画像を生成し、

前記合成画像を前記第1の観察者および前記第2の観察者に提示することを特徴とする情報処理方法。

【請求項7】

前記第1の指示部の位置姿勢は世界座標系における位置姿勢であり、

前記第2の指示部の位置姿勢は、前記第2の観察者の視点に対する相対的な位置姿勢を、前記第1の観察者の視点の位置姿勢に基づき前記世界座標系における位置姿勢に変換することにより求められ、

前記仮想物体の情報の制御は、前記世界座標系における前記第1の指示部の位置姿勢および前記世界座標系における前記第2の指示部の位置姿勢に基づき行われることを特徴とする請求項6記載の情報処理方法。

【請求項8】

さらに前記制御手段は、前記第1の指示部の位置姿勢に基づく第1指示部仮想画像および前記第2の指示部の位置姿勢に基づく第2指示部仮想画像を生成し、

前記第1指示部仮想画像、前記第2指示部仮想画像および前記仮想物体の仮想画像を前記現実画像に合成することにより、前記合成画像を生成することを特徴とする請求項6または請求項7記載の情報処理方法。

【請求項9】

コンピュータを、請求項5に記載の画像処理装置が有する各手段として機能させるためのプログラム。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、現実空間と仮想空間とを合成した複合現実空間の画像を提供するための技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、現実世界と仮想世界の継ぎ目のない融合を目指した複合現実感(Mixed Reality: MR)に関する技術開発が盛んになっている。MRは従来現実空間と切り離された状況でのみ体験可能であったバーチャルリアリティ(VR)の世界と現実の世界との共存を目的とし、VRを増強する技術として注目されている。

10

【0003】

複合現実感を実現する装置として代表的な物は頭部装着型表示装置(HMD=Head Mounted Display)である。すなわち、現実空間と仮想空間をHMDに合成して表示することにより複合現実感を実現するものである。

【0004】

頭部装着型表示装置(HMD)を用いて遠隔作業支援する技術の例として特許文献1がある。この例では作業者がカメラ付のHMDを装着しこのカメラからの映像を作業者および遠隔にいる指示者にて共有し、指示者の指示をこのカメラ映像に重畳して作業指示を行なう技術が開示されている。この技術では、作業者/指示者ともに同じ立体映像を観察できるように作業者のカメラをステレオにしており、この映像中の作業対象物を指し示す指示者の手をクロマキー合成で切り出してカメラからの映像に合成することが可能である。このシステムでは作業者の空間に座標が設定されていないので、作業対象物以外の仮想物体を作業者空間の任意の位置に配置してポインティングしたりインタラクションしたりすることができない。

20

【0005】

また上記公知例と同様にカメラ付光学シースルーHMDを装着した作業者に対して遠隔から作業指示する技術の例としてBlock Partyがある(非特許文献1を参照)。Block Partyでは、作業者が光学シースルーHMDを通して見ている作業空間にCG画像が重畳される機能を有しており、指示者は作業者が頭部に装着しているカメラからの映像で作業者の進捗を把握し、作業対象物の3DモデルのCGを操作しながら作業支援を行なう。このシステムでは作業者のカメラ映像はステレオではなく、またCGの映像も重畳されていない。指示者はデスクトップのモニタ画面にこのカメラ映像を映し出し、CG操作には3Dグラフィックスのエディタを用いて操作している。そのため作業者の空間をシームレスな空間として知覚することが困難であることに加え、作業者のカメラ映像に対し三次元的にポインティングする手段を有しない。また作業者がCGをポインティングしたり操作したりする機能も有していない。

30

【0006】

ステレオカメラで参加者を撮影し、このステレオ画像を遠隔の他の参加者へ伝送するシステムで、参加者がHMDを装着して参加者間で共有されている仮想物体と共に立体映像を観察/操作できる技術の例として特許文献2がある。この例では参加者を2台のステレオカメラで撮影しその立体映像を他の複数人の参加者が観察することができる。作業者の位置と仮想物体操作のための手の位置が計測されているため仮想物体の操作は可能であるが、参加者が観察しているステレオ映像は、背景が除去された参加者の映像と仮想物体によるVR空間の映像であり、参加者の実空間の情報を有するものではない。

40

【特許文献1】特開2002-132487号公報

【特許文献2】USP 6,708,142

【非特許文献1】Edited by W. Barfield, and T. Caudell, "Fundamentals of Wearable Computers & Augmented Reality" pp557-563, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. (2001)

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は以上の問題に鑑みてなされたものであり、作業者が観察している映像を遠隔地にいる指示者へ伝送し、指示者がこの映像を観察しながら作業者の空間をシームレスに知覚し、三次元的な作業指示を行なえるようにすることを目的とする。

【0008】

本発明の他の目的は、実物体と仮想物体が位置合わせされている作業者複合現実空間において、作業者が観察しているHMD映像を遠隔地にいる指示者へ伝送し、作業者および指示者がこのHMD映像を観察しながら、作業者複合現実空間の作業対象となる実物体と仮想物体とをシームレスにポインティングする技術を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の目的を達成するために、例えば、本発明のシステムは以下の構成を備える。

【0010】

即ち、第1の観察者の視点の位置姿勢を取得する第1の取得手段と、

前記第1の取得手段が取得した位置姿勢を有する視点から見える仮想空間の画像を生成する生成手段と、

前記第1の観察者が仮想物体を操作するために使用する第1の操作手段と、

前記第1の観察者が前記仮想物体に対して行う操作を遠隔支援する第2の観察者が前記仮想物体を操作するために使用する第2の操作手段と、

20

前記視点から見える現実空間の画像を取得する第2の取得手段と、

前記第2の取得手段が取得した画像上に前記生成手段が生成した画像を重畳させて、前記第1の観察者が装着する頭部装着型表示装置、前記第2の観察者が装着する頭部装着型表示装置に出力する出力手段とを備え、

前記生成手段は、前記第1の操作手段、前記第2の操作手段による操作結果が反映された前記仮想空間の画像を生成することを特徴とする。

【0011】

本発明の目的を達成するために、例えば、本発明の画像処理装置は以下の構成を備える。

30

【0012】

即ち、第1の観察者の視点の位置姿勢を取得する第1の取得手段と、

前記第1の取得手段が取得した位置姿勢を有する視点から見える仮想空間の画像を生成する生成手段と、

前記視点から見える現実空間の画像を取得する第2の取得手段と、

前記第2の取得手段が取得した画像上に前記生成手段が生成した画像を重畳させて、前記第1の観察者が装着する頭部装着型表示装置、前記第1の観察者が仮想物体に対して行う操作を遠隔支援する第2の観察者が装着する頭部装着型表示装置に出力する出力手段とを備え、

前記生成手段は、前記第1の観察者が前記仮想物体を操作するために使用する第1の操作手段、前記第2の観察者が前記仮想物体を操作するために使用する第2の操作手段による操作結果が反映された前記仮想空間の画像を生成することを特徴とする。

40

【0013】

本発明の目的を達成するために、例えば、本発明の情報処理方法は以下の構成を備える。

【0014】

即ち、現実画像と仮想物体を示す仮想画像を合成した立体視合成画像を生成する情報処理装置が行う情報処理方法であって、

前記情報処理装置が有する制御手段が、

第1の観察者の視点からの右目用および左目用の現実画像を取得し、

50

前記第 1 の観察者の視点の位置姿勢を取得し、
前記第 1 の観察者が仮想物体を操作するための第 1 の指示部の位置姿勢を取得し、
第 2 の観察者が前記仮想物体を操作するための第 2 の指示部の位置姿勢を取得し、
前記第 1 または前記第 2 の指示部の位置姿勢に基づき、前記仮想物体の情報を制御し、
前記制御された仮想物体の情報に基づき、前記第 1 の観察者の視点の位置姿勢に応じた
右目用および左目用の仮想画像を生成し、
前記現実画像と前記仮想画像を合成することにより右目用および左目用の合成画像を生成し、
前記合成画像を前記第 1 の観察者および前記第 2 の観察者に提示することを特徴とする。

10

【発明の効果】**【0015】**

本発明の構成により、作業者が観察している映像を遠隔地にいる指示者へ伝送し、指示者がこの映像を観察しながら作業者の空間をシームレスに知覚し、三次元的な作業指示を行なえるようにすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0016】**

以下添付図面を参照して、本発明を好適な実施形態に従って詳細に説明する。

【0017】**[第 1 の実施形態]****<システム構成>**

図 1 は、本実施形態に係るシステムの機能構成を示すブロック図である。同図に示す如く、本実施形態に係るシステムは、図 1 上部に示す作業用複合現実感装置 10a と図 1 下部に示す指示者用複合現実感装置 10b とで構成されており、それぞれはインターネットや LAN などのネットワークでもって互いにデータ通信が可能な構成となっている。なお、このネットワークは有線、無線は問わない。

20

【0018】

また、それぞれの装置 10a、10b には頭部装着型表示装置（以下 HMD=Head Mounted Display と呼称する）20a、20b が接続されており、HMD 20a は作業者が装着し、HMD 20b は指示者が装着する。また、それぞれの装置 10a、10b には作業者と指示者とが音声にてコミュニケーションを図るべくスピーカ 27a、27b、マイクロフォン 28a、28b が接続されている。

30

【0019】

また、それぞれの装置 10a、10b にはスタイラス 41a、41b が接続されており、作業者はスタイラス 41a を用いて、指示者はスタイラス 41b を用いて後述する仮想物体に対する操作を行う。なお、それぞれのスタイラスには、ボタンや、世界座標系（現実空間中の 1 点を原点とし、この原点で互いに直交する 3 軸をそれぞれ x 軸、y 軸、z 軸とする座標系）における自身の位置姿勢に応じた磁気変化を計測する為の不図示の磁気センサが備わっている。ボタンの押下 / 押下の解除を示す信号や、計測した結果（信号）は作業用複合現実感装置 10a（指示者用複合現実感装置 10b）に入力される。

40

【0020】

次に、作業用 HMD 20a について説明する。作業用 HMD 20a には 3 次元位置姿勢センサ 21a、カメラ 22、表示器 23a が備わっている。

【0021】

3 次元位置姿勢センサ 21a は磁気センサであり、周知の計測技術により、世界座標系における自身の位置姿勢に応じた磁気変化を計測する。計測結果（信号）は作業用複合現実感装置 10a に入力される。

【0022】

カメラ 22 は本実施形態ではステレオカメラであり、同図では左眼用のカメラを L、右眼用のカメラを R で示している。右目用カメラ、左目用カメラのそれぞれで撮像した画像

50

は作業用複合現実感装置 10 a に入力される。

【0023】

表示器 23 a はステレオ表示するものであり、同図では左目用の表示器を L、右目用の表示器を R で示している。左目用表示器、右目用表示器のそれぞれに表示する画像は作業用複合現実感装置 10 a から出力される。

【0024】

ここで、3次元位置姿勢センサ 21 a とカメラ 22 との位置姿勢関係は固定されており、その固定された位置姿勢関係は予め計測され、バイアスデータとして作業用複合現実感装置 10 a 側で保持されているものとする。より詳しくはこのバイアスデータは、3次元位置姿勢センサ 21 a と左目用カメラとの位置姿勢関係を示すバイアスデータ、3次元位置姿勢センサ 21 a と右目用カメラとの位置姿勢関係を示すバイアスデータとで構成されている。

10

【0025】

次に、作業用複合現実感装置 10 a について説明する。作業用複合現実感装置 10 a には位置姿勢計測部 11 a、画像入力部 12、画像生成部 13、画像合成部 15 a、仮想物体情報管理部 16、スタイラス情報受信部 31 a、映像符号化部 32 a、映像送信部 33 a、音声符号復号化部 34 a、音声送受信部 35 a が備わっている。

【0026】

位置姿勢計測部 11 a には上記 3次元位置姿勢センサ 21 a から出力された信号とスタイラス 41 a から出力される信号とが入力されるので、それぞれの信号を A/D 変換し、データ（世界座標系における 3次元位置姿勢センサ 21 a の位置姿勢を示すデータ、世界座標系におけるスタイラス 41 a の位置姿勢を示すデータ、スタイラス 41 a に備わっているボタンの押下を示すデータ）として仮想物体情報管理部 16 に出力する。

20

【0027】

また、仮想物体情報管理部 16 には指示者用複合現実感装置 10 b から出力されたスタイラス情報（スタイラス 41 b に関する情報）がスタイラス情報受信部 31 a を介して入力される。

【0028】

従って仮想物体情報管理部 16 は、位置姿勢計測部 11 a から入力されたデータと指示者用複合現実感装置 10 b からスタイラス情報受信部 31 a を介して入力したスタイラス情報とを画像生成部 13 に出力する。

30

【0029】

また、仮想物体情報管理部 16 は、後述する仮想物体毎に、操作権の管理をも行う。

【0030】

画像生成部 13 は、位置姿勢計測部 11 a から入力した「世界座標系における 3次元位置姿勢センサ 21 a の位置姿勢を示すデータ」と上記バイアスデータとを用いて、作業用視点（右目用カメラ、左目用カメラ）から見える仮想空間の画像を生成する。即ち、右目用カメラから見える仮想空間の画像、左目用カメラから見える仮想空間の画像を生成する。所定の位置姿勢を有する視点から見える仮想空間の画像を生成する処理については周知の技術であるので、ここでの説明は省略する。

40

【0031】

なお、この仮想空間内には 1 以上の仮想物体が存在する。詳しくは後述するが、仮想物体に対してはスタイラス 41 a やスタイラス 41 b を用いて操作することができる。よって、この 1 以上の仮想物体のうちスタイラス 41 a、41 b によって操作が成された仮想物体がある場合には、画像生成部 13 はその操作結果を被操作仮想物体に対して反映させる。

【0032】

また、この仮想空間には「スタイラス 41 b を示すポインタ」が配置される。このポインタについては後述する。

【0033】

50

そして、画像生成部 13 は仮想空間の画像を生成すると、これを画像合成部 15 a に出力する。

【0034】

画像合成部 15 a は、画像入力部 12 を介して入力される「右目用カメラにより撮像された現実空間の画像」上に、画像生成部 13 から入力される「右目用カメラから見える仮想空間の画像」を重畳させることで、「右目用カメラから見える複合現実空間の画像（右目用複合現実空間画像）」を生成すると共に、画像入力部 12 を介して入力される「左目用カメラにより撮像された現実空間の画像」上に、画像生成部 13 から入力される「左目用カメラから見える仮想空間の画像」を重畳させることで、「左目用カメラから見える複合現実空間の画像（左目用複合現実空間画像）」を生成する。

10

【0035】

そして生成した左目用複合現実空間画像を表示器 23 a の左目用表示器に出力すると共に、右目用複合現実空間画像を表示器 23 a の右目用表示器に出力する。これにより、左目用表示器には左目用カメラから見える複合現実空間の画像が表示されるし、右目用表示器には右目用カメラから見える複合現実空間の画像が表示される。

【0036】

また、それぞれの画像（左目用複合現実空間画像、右目用複合現実空間画像）は映像符号化部 32 a でもって圧縮符号化され、映像送信部 33 a によって指示者用複合現実感装置 10 b に送信される。なお、この圧縮符号化の方法については特に限定するものではないが、指示者用複合現実感装置 10 b 側に備わっている映像復号化部 32 b による復号方法に対応したものをを用いる必要がある。

20

【0037】

音声符号復号化部 34 a にはマイクロフォン 28 a を介して入力される作業者の音声信号が入力されるので、これを指示者用複合現実感装置 10 b 側に送信すべく圧縮符号化し、音声送受信部 35 a によって指示者用複合現実感装置 10 b に送信する。また指示者用複合現実感装置 10 b 側からも指示者の音声信号が圧縮符号化して送信されてくるので、音声送受信部 35 a はこれを受けて音声符号復号化部 34 a に入力するので、音声符号復号化部 34 a はこれを復号し、音声信号としてスピーカ 27 a に出力する。

【0038】

これにより、作業者はマイクロフォン 28 a に自身の音声を入力すると、入力された音声は指示者用複合現実感装置 10 b 側に送信することができるし、指示者の音声はスピーカ 27 a を介して聞くことができるので、作業者と指示者とで会話を行うことができる。

30

【0039】

次に、指示者用 HMD 20 b について説明する。指示者用 HMD 20 b には 3 次元位置姿勢センサ 21 b、表示器 23 b が備わっており、それぞれは作業者用 HMD 20 a に備わっている 3 次元位置姿勢センサ 21 a、表示器 23 a と同様のものである。即ち、指示者用 HMD 20 b には現実空間を撮像するカメラは備わっていない。

【0040】

次に、指示者用複合現実感装置 10 b について説明する。作業者用複合現実感装置 10 a には音声符号復号化部 34 b、音声送受信部 35 b、映像復号化部 32 b、映像受信部 33 b、位置姿勢計測部 11 b、スタイラス情報送信部 31 b が備わっている。

40

【0041】

位置姿勢計測部 11 b は作業者用複合現実感装置 10 a 側の位置姿勢計測部 11 a と同様の動作を行い、3 次元位置姿勢センサ 21 b からの信号とスタイラス 41 b に備わっている磁気センサからの信号とを受け、これらの信号を「世界座標系における 3 次元位置姿勢センサ 21 b の位置姿勢を示すデータ」、「世界座標系におけるスタイラス 41 b の位置姿勢を示すデータ」として取得するのであるが、これらを用いて、「3 次元位置姿勢センサ 21 b とスタイラス 41 b との位置姿勢関係」を求める。また、位置姿勢計測部 11 b には、スタイラス 41 b に備わっているボタンが押下されているのかを示す信号がスタイラス 41 b から入力されるので、これをデータとして取得する。

50

【0042】

そしてスタイラス情報送信部31bは、「スタイラス41bのボタンが押下されたかを示すデータ」と「3次元位置姿勢センサ21bとスタイラス41bとの位置姿勢関係」とをセットにしてスタイラス情報として作業用複合現実感装置10a側のスタイラス情報受信部31aに出力する。

【0043】

音声符号復号化部34bは作業用複合現実感装置10a側の音声符号復号化部34aと同様のものであり、マイクロフォン28bを介して入力される指示者の音声信号が入力されるので、これを作業用複合現実感装置10a側に送信すべく圧縮符号化し、音声送受信部35bによって作業用複合現実感装置10aに送信する。また作業用複合現実感装置10a側からも作業者の音声信号が圧縮符号化して送信されてくるので、音声送受信部35bはこれを受けて音声符号復号化部34bに入力するので、音声符号復号化部34bはこれを復号し、音声信号としてスピーカ27bに出力する。

10

【0044】

これにより、指示者はマイクロフォン28bに自身の音声を入力すると、入力された音声は作業用複合現実感装置10a側に送信することができるし、作業者の音声はスピーカ27bを介して聞くことができるので、作業者と指示者とで会話を行うことができる。

【0045】

映像受信部33bには、作業用複合現実感装置10a側の映像送信部33aによって送信された左目用複合現実空間画像、右目用複合現実空間画像が圧縮符号化された形式でもって受信されるので、映像復号化部32bはこれを左目用複合現実空間画像、右目用複合現実空間画像として復号し、左目用複合現実空間画像は表示器23bのうち左目用表示器に出力し、右目用複合現実空間画像は表示器23bのうち右目用表示器に出力する。

20

【0046】

よって指示者は作業者と同じ画像をHMD20bを介して見ることになる。

【0047】

<環境>

次に、作業者と指示者とが存在する空間の環境について説明する。図2(a)は、作業者が仮想物体を操作して作業を行っている空間を示す図で、同空間では作業者40が手にスタイラス41aを保持して仮想物体43に対して操作を行っている。作業者40は頭部にHMD20aを装着しているので、作業者40はこのHMD20aを介して眼前に仮想物体43を見ることができる。同図において42は現実物体で、仮想物体43はこの現実物体42を模したものである。

30

【0048】

同図に示した空間には、同図に示す如く、所定の1点を原点とし、この原点で互いに直交する3軸をそれぞれx軸、y軸、z軸とする世界座標系が設定されており、同空間内の各位置はこの世界座標系における座標値でもって表現することができる。よって仮想物体43の位置は世界座標系における座標値でもって表現することができる。そして、仮想物体43の位置や姿勢はスタイラス41aでもって変更することができる。スタイラス41aを用いた仮想物体の操作方法については後述する。41cはスタイラス41aの位置を示す仮想物体としてのポイントで、実物体のスタイラス41aに重畳されて表示されていることを示している。

40

【0049】

ここで、仮想物体43は作業者だけでなく、指示者によっても操作することができる。指示者はスタイラス41bを操作して仮想物体43を同様に操作することができる。同図において41dはスタイラス41bの位置を示す仮想物体としてのポイントで、これについては図2(b)を用いて説明する。

【0050】

図2(b)は指示者が存在する空間を示す図である。指示者は遠隔から仮想物体43を操作するのであるが、指示者50は手にスタイラス41bを保持しており、これを用いて

50

仮想物体 4 3 を操作する。

【 0 0 5 1 】

指示者 5 0 は頭部に H M D 2 0 b を装着しており、上述の通り、この H M D 2 0 b の表示器 2 3 b には H M D 2 0 a の表示器 2 3 a に表示されたものと同じものが表示される。2 0 0 は表示器 2 3 a、2 3 b に表示される画像で、この画像 2 0 0 には作業者の視点から見える複合現実空間、即ち現実物体 4 2、仮想物体 4 3、スタイラス 4 1 a、そしてポインタ 4 1 d が写っている。

【 0 0 5 2 】

指示者 5 0 はスタイラス 4 1 b の位置姿勢を変更すると、当然、指示者 5 0 の視点とスタイラス 4 1 b との位置姿勢関係は変わる。よって、図 2 (a) に示した空間におけるポインタ 4 1 d の配置位置姿勢は、指示者 5 0 の視点とスタイラス 4 1 b との相対的位置姿勢関係が、作業者 4 0 の視点を基準とした位置姿勢関係と同じになるように決定される。

【 0 0 5 3 】

これにより、作業者 4 0、指示者 5 0 の双方は、視点を共有しているので、それぞれが自分の視点から見える複合現実空間内で操作したものを相手にも同じ視点でもって見せることができる。

【 0 0 5 4 】

< 仮想物体の操作方法 >

上述の通り、仮想物体は作業者、指示者が手に保持しているスタイラスでもって操作することができるのであるが、例えば、スタイラスの先を操作対象の仮想物体に触れるまで移動させ、触れた状態でスタイラスに備わっているボタンを押下する。これにより、仮想物体保持モードとなるので、以降はスタイラスの位置や姿勢を変更すると、それに追従して操作対象の仮想物体の位置姿勢も変化する（例えば操作対象の仮想物体をスタイラスの位置姿勢に配置する）。仮想物体保持モード中にスタイラスに備わっているボタンを押下すると、仮想物体保持モードは解除され、以降はスタイラスの位置姿勢を変更しても、仮想物体の位置姿勢は変わらない。

【 0 0 5 5 】

< 作業者用複合現実感装置 1 0 a が行う処理 >

次に、作業者用複合現実感装置 1 0 a が行う処理について、同処理のフローチャートを示す図 3 を用いて説明する。

【 0 0 5 6 】

先ず、本装置の初期化処理を行う（ステップ S 1 0 0）。この初期化処理では、仮想物体情報管理部 1 6 が管理する後述のテーブルの初期化や、仮想空間を構成する仮想物体の配置等がある。

【 0 0 5 7 】

次に、指示者用複合現実感装置 1 0 b とのネットワーク接続を開始し、互いにデータ通信が可能な状態にする（ステップ S 1 1 0）。

【 0 0 5 8 】

次に、指示者用複合現実感装置 1 0 b との音声通信を開始し、互いに音声信号の通信が可能な状態にする（ステップ S 1 2 0）。

【 0 0 5 9 】

次に、カメラ 2 2（左目用カメラ、右目用カメラ）により左目用の現実空間の画像、右目用の現実空間の画像を撮像するので、画像入力部 1 2 はこれら 2 つの撮像画像を受け、これを後段の画像合成部 1 5 a に出力する（ステップ S 1 3 0）。なお、画像合成部 1 5 a は左目用の現実空間の画像、右目用の現実空間の画像をそれぞれ別個に保持する。

【 0 0 6 0 】

次に、3次元位置姿勢センサ 2 1 a は自身の世界座標系における位置姿勢に応じた磁気の変化を計測し、計測した結果を示す信号を位置姿勢計測部 1 1 a に出力するので、位置姿勢計測部 1 1 a はこの信号をデータとして取得する（ステップ S 1 4 0）。このデータは上述の通り、世界座標系における3次元位置姿勢センサ 2 1 a の位置姿勢を示すデータ

10

20

30

40

50

であるが、このデータは6パラメータ(x 、 y 、 z 、 α 、 β 、 γ)の組としてのデータである。ここで α は x 軸周りの回転角度、 β は y 軸周りの回転角度、 γ は z 軸周りの回転角度を示す。

【0061】

次に、スタイラス41aに備わっている磁気センサは自身の世界座標系における位置姿勢に応じた磁気変化を計測し、計測した結果を示す信号を位置姿勢計測部11aに出力するので、位置姿勢計測部11aはこの信号をデータとして取得する(ステップS150)。このデータもまた上述の6パラメータの組としてのデータである。

【0062】

なお、ステップS140、S150で位置姿勢計測部11aが取得したデータ群は仮想物体情報管理部16に出力される。

10

【0063】

次に、スタイラス情報受信部31aは、指示者用複合現実感装置10bから送信されたスタイラス情報を受信するので、仮想物体情報管理部16は、このスタイラス情報中の「3次元位置姿勢センサ21bと指示者が使用するスタイラス41bとの位置姿勢関係を示すデータ」を取得する(ステップS160)。

【0064】

次に、仮想物体情報管理部16は、作業者が仮想物体を操作中であるのか否か、即ち、仮想物体保持モード中であるのか否かを判断する(ステップS170)。仮想物体保持モード中である場合には処理をステップS170を介してステップS180に進め、仮想物体保持モード中ではない場合には処理をステップS170を介してステップS190に進める。

20

【0065】

仮想物体保持モード中であるのか否かは、図11に示すテーブルを参照する。図11は、作業者、指示者が仮想物体を操作中であるのか、操作しているのであればどの仮想物体を操作中であるのかといったことを示す情報が登録されたテーブルの構成例を示す図である。同図のテーブルにおいて作業者操作物IDは作業者が操作中である仮想物体に固有のコードを示すものである。同図では作業者操作物IDは「null」となっており、現在作業者はどの仮想物体も操作していないことを示す。一方、指示者操作物IDは指示者が操作中である仮想物体に固有のコードを示すものである。同図では指示者操作物IDは「仮想物体C」となっており、現在指示者は仮想物体Cを操作中であることを示している。

30

【0066】

よって、同図のテーブルを参照すれば、ステップS170において、作業者が仮想物体を操作中であるのか否かを判断することができる。

【0067】

そして現在作業者が仮想物体を操作中である場合には、画像生成部13はステップS150で取得した「作業者が操作するスタイラス41aの世界座標系における位置姿勢を示すデータ」を用いて、スタイラス41aの位置姿勢に操作対象の仮想物体(作業者操作物IDで特定される仮想物体)を配置すると共に、その結果を仮想物体シーングラフの形式で仮想物体情報管理部16に登録する(ステップS180)。

40

【0068】

なお、同図のフローチャートでは示していないが、現在指示者が仮想物体を操作中である場合には、画像生成部13は現在のポイントの位置姿勢に操作対象の仮想物体(指示者操作物IDで特定される仮想物体)を配置すると共に、その結果を仮想物体シーングラフの形式で仮想物体情報管理部16に登録する。

【0069】

次に、作業者の視点、即ち、カメラ22における左目用カメラ、右目用カメラの世界座標系における位置姿勢を求める(ステップS190)。これは、ステップS140で取得した「世界座標系における3次元位置姿勢センサ21aの位置姿勢を示すデータ」と上記バイアスデータとを用いて、左目用カメラの世界座標系における位置姿勢、右目用カメラ

50

の世界座標系における位置姿勢を求める。

【0070】

次に、画像生成部13は、スタイラス41aやスタイラス41bによる操作結果を反映した仮想物体シーングラフに従った各仮想物体が配置され、且つスタイラス41aとスタイラス41bの位置姿勢を示すポイントが配置された仮想空間を、左目用カメラから見た場合に見える画像、右目用カメラから見た場合に見える画像を生成する(ステップS200)。

【0071】

ポイント41dの配置については、ステップS160で取得した位置姿勢関係を示すデータを用いて、配置したポイントと作業者の視点との位置姿勢関係が、指示者の視点と

10

【0072】

また、左目用カメラ、右目用カメラの世界座標系における位置姿勢はステップS190で求めたデータを用いて特定されるので、所定の位置姿勢を有する視点から見える仮想空間の画像を生成するという従来技術を用いれば、それぞれのカメラから見える仮想空間の画像を生成することができる。

【0073】

そして次に、画像合成部15aは、画像入力部12を介して入力される「右目用カメラにより撮像された現実空間の画像」上に、画像生成部13から入力される「右目用カメラから見える仮想空間の画像」を重畳させることで右目用複合現実空間画像を生成して表示器23aの右目用表示器に出力すると共に、画像入力部12を介して入力される「左目用カメラにより撮像された現実空間の画像」上に、画像生成部13から入力される「左目用カメラから見える仮想空間の画像」を重畳させることで左目用複合現実空間画像を生成して表示器23aの左目用表示器に出力する(ステップS210)。これにより、表示器23aに左目用複合現実空間画像、右目用複合現実空間画像を表示することができる。

20

【0074】

次に、これら2つの画像(左目用複合現実空間画像、右目用複合現実空間画像)を映像符号化部32aによって圧縮符号化し、映像送信部33aでもって指示者用複合現実感装置10bに送信する(ステップS220)。

30

【0075】

次に、本装置に処理終了の旨の指示が入力されていない限りは処理をステップS230を介してステップS130に戻し、以降の処理を繰り返すのであるが、入力された場合には処理をステップS230を介してステップS240に進め、ステップS120で確立したネットワーク接続を切断し(ステップS240)、ステップS110で確立したネットワーク接続を切断する(ステップS250)。

【0076】

<指示者用複合現実感装置10bが行う処理>

次に、指示者用複合現実感装置10bが行う処理について、同処理のフローチャートを示す図4を用いて説明する。

40

【0077】

まず、本装置の初期化処理を行う(ステップS300)。

【0078】

次に、作業用複合現実感装置10aとのネットワーク接続を開始し、互いにデータ通信が可能な状態にする(ステップS310)。

【0079】

次に、作業用複合現実感装置10aとの音声通信を開始し、互いに音声信号の通信が可能な状態にする(ステップS320)。

【0080】

次に、位置姿勢計測部11bは、3次元位置姿勢センサ21bからの信号とスタイラス

50

4 1 bに備わっている磁気センサからの信号とを受け、これらの信号を「世界座標系における3次元位置姿勢センサ2 1 bの位置姿勢を示すデータ」、「世界座標系におけるスタイラス4 1 bの位置姿勢を示すデータ」として取得するのであるが、これらを用いて、「3次元位置姿勢センサ2 1 bとスタイラス4 1 bとの位置姿勢関係」（指示者スタイラス相対位置）を求める（ステップS 3 3 0）。

【0081】

ステップS 3 3 0における処理をより具体的に説明すると、「世界座標系におけるスタイラス4 1 bの位置 X_{dw} を「世界座標系における3次元位置姿勢センサ2 1 bの位置姿勢」を基準にした座標系すなわちカメラ座標系における位置 X_{dc} で表せばよい。これはCG技術で公知のビューイング変換と呼ばれる座標変換で、世界座標のデータ X_{dw} にビュー

10

イング変換行列 $M_{w \rightarrow c}$ を乗じて($X_{dc} = M_{w \rightarrow c} X_{dw}$)求められる。特開2003-279310などにビューイング変換処理が記されているので詳細な説明は省略する。

【0082】

そして求めた指示者スタイラス相対位置のデータ X_{dc} をスタイラス情報受信部3 1 bをもって作業用複合現実感装置1 0 aに送信する（ステップS 3 4 0）。

【0083】

次に、映像受信部3 3 bは作業用複合現実感装置1 0 aから送信された圧縮符号化済みの左目用複合現実空間画像、右目用複合現実空間画像を受信し、映像復号化部3 2 bに出力する（ステップS 3 5 0）。映像復号化部3 2 bはこれらを復号してそれぞれ表示器2 3 bの左目用表示器、右目用表示器に出力する（ステップS 3 6 0）。

20

【0084】

次に、本装置に処理終了の旨の指示が入力された場合には処理をステップS 3 7 0を介してステップS 4 0 0に進め、ステップS 3 2 0で確立したネットワーク接続を切断し（ステップS 4 0 0）、ステップS 3 1 0で確立したネットワーク接続を切断する（ステップS 4 1 0）。

【0085】

一方、本装置に処理週の旨の指示が入力されていない場合には処理をステップS 3 7 0を介してステップS 3 8 0に進め、位置姿勢計測部1 1 bにスタイラス4 1 bに備わっているボタンが押下されている旨の信号が入力されている場合には処理をステップS 3 9 0に進め、スタイラス情報受信部3 1 bは押下されている旨のデータをイベントとして作業

30

【0086】

<作業用複合現実感装置1 0 a側のデータ受信処理>

次に、作業用複合現実感装置1 0 aが指示者用複合現実感装置1 0 bから送信されたデータ（スタイラス情報）の受信処理（受信イベント処理）について、同処理のフローチャートを示す図5を用いて説明する。同図のフローチャートに従った処理は図3のフローチャートに従った処理とは別個にバックグラウンドで実行されるものである。

【0087】

まず、受信したイベントの種類によって処理が分岐する。

【0088】

40

<受信したイベントが指示者スタイラス相対位置である場合>

受信したイベントが指示者スタイラス相対位置である場合にはステップS 5 0 0, S 5 1 0の処理を実行する。

【0089】

まず、スタイラス情報受信部3 1 aが指示者スタイラス相対位置 X_{dc} を受信すると、画像生成部1 3は、この X_{dc} を作業者の視点（カメラ2 2における左目用カメラ、右目用カメラ）であるカメラ座標系(x_w, y_w, z_w, w, w, w)の値として、作業者が存在する空間中に配置するために作業世界座標系のデータ X_w に変換する。このため X_{dc} に対してステップS330で行なわれたビューイング変換の逆変換を行なうことにより、作業世界座標系でのデータに変換できる。式で表すと $X_w = M_{c \rightarrow w} X_{dc} = M_{w \rightarrow c}^{-1} X_{dc}$ となる。こ

50

ここで M_{conw} はビューイング変換の逆変換を行なう行列で、ビューイング変換行列の逆行列 M_{wonc}^{-1} に等しい。この処理も特開2003-279310など公知の技術によって実現される。(ステップS500)。

【0090】

そしてステップS500で求めた位置姿勢を示すデータを各種の目的に使用するために、仮想物体情報管理部16に格納しておく(ステップS510)。

【0091】

<受信したイベントがスタイラス41bに備わっているボタンが押下されたことを示すデータである場合>

受信したイベントがスタイラス41bに備わっているボタンが押下されたことを示すデータである場合にはステップS511~S570の処理を行う。

【0092】

まず、ステップS500と同様に、作業者が存在する空間中に配置される「スタイラス41aの位置姿勢を示すポインタ」の位置姿勢を求める(ステップS511)。

【0093】

次に、図11に示したテーブルを参照して、指示者操作物IDがNULLであるのか否か、即ち、指示者が仮想物体を操作中であるのかを判断し(ステップS520)、操作中である場合には処理をステップS530に進め、仮想物体保持モードを解除すべく、指示者操作物IDをNULLにクリアする(ステップS530)。

【0094】

一方、操作中ではない場合には処理をステップS540に進め、ステップS511で求めた「現在のポインタの位置姿勢を示すデータ」を用いて、現在のポインタの位置と、仮想物体との距離を計算する(ステップS540)。なお、仮想空間中に複数の仮想物体が存在する場合にはそれぞれの仮想物体との距離を計算する。

【0095】

そして、ポインタとの距離が所定値以下の仮想物体が存在すれば(ポインタとの距離が所定値以下の仮想物体が複数存在すれば、ポインタとの距離が最も短いものを選ぶ)、処理をステップS550を介してステップS560に進め、ステップS550で特定された「ポインタに最も近い仮想物体」固有のIDと、図11に示したテーブルにおいて作業者操作物IDとが同じものではない場合には処理をステップS560を介してステップS570に進め、指示者操作物IDに、ステップS550で特定された「ポインタに最も近い仮想物体」固有のIDを登録する。

【0096】

<受信したイベントが上述の何れでもない場合>

受信したイベントが上述の何れでもない、所謂「その他のイベント」である場合にはステップS590における処理、即ち、そのイベントに応じた処理を行う(ステップS590)。

【0097】

<スタイラス41aが押下されたときの作業者用複合現実感装置10aが行う処理>

スタイラス41aに備わっているボタンが押下された場合に作業者用複合現実感装置10aが行う処理について、同処理のフローチャートを示す図6を用いて説明する。同図のフローチャートに従った処理は図3のフローチャートに従った処理とは別個にバックグラウンドで実行されるものである。

【0098】

まず、図11に示したテーブルを参照して、作業者操作物IDがNULLであるのか否か、即ち、作業者が仮想物体を操作中であるのかを判断し(ステップS600)、操作中である場合には処理をステップS610に進め、仮想物体保持モードを解除すべく、作業者操作物IDをNULLにクリアする(ステップS610)。

【0099】

一方、操作中ではない場合には処理をステップS620に進め、「現在のスタイラス4

10

20

30

40

50

1 aの世界座標系における位置姿勢を示すデータ」を用いて、現在のスタイラス4 1 aの位置と、仮想物体との距離を計算する（ステップS 6 2 0）。なお、仮想空間中に複数の仮想物体が存在する場合にはそれぞれの仮想物体との距離を計算する。

【0 1 0 0】

そして、スタイラス4 1 aとの距離が所定値以下の仮想物体が存在すれば（スタイラス4 1 aとの距離が所定値以下の仮想物体が複数存在すれば、スタイラス4 1 aとの距離が最も短いものを選ぶ）、処理をステップS 6 3 0を介してステップS 6 4 0に進め、ステップS 6 3 0で特定された「スタイラス4 1 aに最も近い仮想物体」固有のIDと、図11に示したテーブルにおいて指示者操作物IDとが同じものではない場合には処理をステップS 6 4 0を介してステップS 6 5 0に進め、作業者操作物IDに、ステップS 6 3 0で特定された「スタイラス4 1 aに最も近い仮想物体」固有のIDを登録する。

10

【0 1 0 1】

なお、上述の通り、図5に示したフローチャートに従った処理、図6に示したフローチャートに従った処理はそれぞれ別プロセス（あるいはスレッド）で動作しており、それぞれ個別に図11に示したテーブルを参照するので、テーブルの書き換え時には他のプロセス（あるいはスレッド）からアクセスされないようにする。このようにして仮想物体それぞれに対する操作権の管理を行なうことができる。

【0 1 0 2】

以上の説明により、本実施形態によって、作業者が観察している複合現実空間画像を遠隔地にいる指示者へ伝送し、指示者がこの画像を観察しながら作業者の空間をシームレスに知覚するとともに作業者に対して様々な三次元的な作業指示を行なえるようになり、遠隔からの作業者への作業支援や作業教育などにおいて利便性を提供することができる。

20

【0 1 0 3】

なお、本実施形態では用いたセンサは全て磁気センサとして説明したが、光学式センサや超音波センサなどのセンサを用いるようにしても良い。

【0 1 0 4】

また、本実施形態では作業者、指示者は共に自身の頭部にHMDを装着していたが、HMDの代わりに、立体視ディスプレイを用いても良い。偏光式や液晶シャッター式の場合には指示者はHMDの代わりに偏光メガネや液晶シャッターメガネを装着するが、レンチキュラー方式など裸眼で立体視が観察可能な場合にはこれらのメガネは必要ない。またいずれの場合にも頭部の位置姿勢を計測する必要があるので3次元位置姿勢センサは装着する必要がある。

30

【0 1 0 5】

また、本実施形態では、作業者用複合現実感装置1 0 aと指示者用複合現実感装置1 0 bとのネットワーク接続が確立すれば、作業者用複合現実感装置1 0 aと指示者用複合現実感装置1 0 bとは常にデータ通信を行うようにしているが、この通信を行う／行わないを作業者側、若しくは指示者側で切り替えるようにしても良い。

【0 1 0 6】

〔第2の実施形態〕

第1の実施形態ではスタイラス4 1 bの位置姿勢を示すポインタを、3次元位置姿勢センサ2 1 bとスタイラス4 1 bとの相対位置姿勢関係を、作業者の視点からの相対位置姿勢関係に変換した位置姿勢に配置していた。これにより、あたかも自分の視点から手を延ばしてポインティングしているような感覚が得られるが、作業者が頭部の位置姿勢を変化させるとそれに合わせてポインタの位置も移動してしまう。そのため指示者の意図しない部分にポインタが移動するという欠点が生じる可能性がある。

40

【0 1 0 7】

本実施形態ではこのような問題に対処する為に、指示者側でも世界座標系を設定する。図7（a）は作業者が存在する空間を示す図、図7（b）は指示者が存在する空間を示す図である。図7（b）に示す如く、指示者が存在する空間に作業者の世界座標系に対応するような世界座標系を設定する。

50

【 0 1 0 8 】

よって、本実施形態では、指示者用複合現実感装置 1 0 b は、図 4 に示したフローチャートに従った処理を行うのであるが、ステップ S 3 3 0 では、位置姿勢計測部 1 1 b は、スタイラス 4 1 b に備わっている磁気センサからの信号を受け、この信号を「指示者が存在する空間中に設定された世界座標系におけるスタイラス 4 1 b の位置姿勢」を示すデータとして取得し、ステップ S 3 4 0 では、このデータを作業用複合現実感装置 1 0 a に対して送信する。

【 0 1 0 9 】

また、作業用複合現実感装置 1 0 a が行う処理については基本的には第 1 の実施形態と同じであるが、ポイントは、上記ステップ S 3 4 0 で送信した位置姿勢でもって配置される。これにより、作業者の頭の動きにかかわらず指示者は同じ位置をポインタで指し示すことができる。

10

【 0 1 1 0 】

[第 3 の実施形態]

上述の実施形態では、仮想空間の画像は常に現実空間の画像上に重畳される。よって仮想物体の画像は常に現実物体の手前側に描画されることになる。しかし観察者（作業、指示者）の視点から見て、現実物体の向こう側に仮想物体（ポインタを含む）が位置する場合、本来ならば仮想物体が現実物体に隠蔽されるところが、上述の処理に起因して、現実物体の手前に仮想物体が描画され、見た目に不具合が生じる。本実施形態では、このような問題に対処するために、予め、現実物体は画像認識技術を用いて認識されているか、形状が各種センサを用いて計測されているかなどの方法により、その 3 D モデルがあらかじめ既知であるとする。

20

【 0 1 1 1 】

図 8 は、本実施形態に係るシステムの機能構成を示すブロック図である。本実施形態に係るシステムは図 1 に示した第 1 の実施形態に係るシステムの構成に 3 次元位置姿勢センサ 4 5 を付加した構成となっている。更に、この 3 次元位置姿勢センサ 4 5 は位置姿勢計測部 1 1 a に接続されている。

【 0 1 1 2 】

この 3 次元位置姿勢センサ 4 5 はその他のセンサと同様に磁気センサであり、現実物体の世界座標系における位置姿勢を計測するものである。

30

【 0 1 1 3 】

先ず、このような構成を有するシステムを構成する作業用複合現実感装置 1 0 a が行う処理について図 3 のフローチャートを用いて説明する。本実施形態に係る作業用複合現実感装置 1 0 a は基本的には図 3 のフローチャートに従った処理を行うのであるが、更に、ステップ S 1 5 0 では、位置姿勢計測部 1 1 a は、3 次元位置姿勢センサ 4 5 が計測した結果の信号を受け、これをデータとして取得する。取得したデータは上述の通り、世界座標系における現実物体の位置姿勢を示すデータである。このデータは前述したスタイラスデータと同じ 6 パラメータの組である。

【 0 1 1 4 】

上述の通り、この現実物体の 3 次元モデルは既に得られていえるので、ステップ S 1 5 0 で取得したデータとこの 3 次元モデルとを世界座標の中にシーングラフとして格納することができる。

40

【 0 1 1 5 】

そしてステップ S 2 0 0 で仮想物体を描画する際には、現実物体との隠蔽関係に基づいて描画する。ここではこの描画に隠面消去処理を用いる。

【 0 1 1 6 】

CG システムの隠面消去で多く用いられているのが Z バッファ法である。Z バッファは表示装置と同じ解像度からなる 2 次元配列のバッファで、画素ごとの奥行き情報が格納される。

【 0 1 1 7 】

50

Zバッファを用いて全ての仮想物体を構成するポリゴンについて、視点位置からの透視投影変換を行なって走査変換したそれぞれの画素について奥行き情報であるZ値を求め、既にZバッファに格納されているZ値より小さければ、その画素は最前面にあるのでその画素のZ値を新たにZバッファに格納しその画素の色を対応するフレームバッファに書き込む処理を繰り返していく。

【0118】

このZバッファ法を基にしたステップS200における隠面処理を用いた仮想物体の描画処理を、同処理のフローチャートを示す図9を用いて説明する。

【0119】

まず、現実物体の3次元モデル（現実物体モデル）、ポインタ、その他の仮想物体などすべての走査変換を行い、全ての画素について表示画面に対応するフレームバッファである画像合成部15のバッファ位置との対応付けする走査変換を行なう（ステップS204）。

10

【0120】

なお、ステップS204における処理が実行される前に、ステップS130で画像合成部15にはカメラ22からの撮像画像が入力されており、Zバッファには最遠点の値が入っている。

【0121】

次に、現実物体モデルの画素に対してZ値を求め、Zバッファの値と比較して既にZバッファに格納されているZ値より小さければZ値を新たにZバッファに格納するが、その画素の色を対応するフレームバッファに書き込む処理を省略する（ステップS206）。その結果、Z値は書き換えられるがフレームバッファの内容は書き換えられない。すなわちZバッファに格納されている奥行き値の部分に透明な物体が存在することになる。

20

【0122】

次に、ポインタ、その他の仮想物体などについてこれらを構成する全ての画素についてZ値を求め、Zバッファの値と比較して既にZバッファに格納されているZ値より小さければZ値を新たにZバッファに格納して、その画素の色を対応するフレームバッファに書き込む処理を行ない（ステップS208）、隠面処理を終了する。

【0123】

以上の処理によって作業員／指示者のポインタは作業員複合現実空間にある実物体／仮想物体ともに矛盾なくかつシームレスに指し示すことができるようになる。

30

【0124】

〔第4の実施形態〕

作業員用複合現実感装置10a、指示者用複合現実感装置10bは一般のPC（パーソナルコンピュータ）やWS（ワークステーション）等のコンピュータでもって実行することができる。

【0125】

図10は、作業員用複合現実感装置10a、指示者用複合現実感装置10bに適用可能なコンピュータのハードウェア構成を示すブロック図である。なお、ここでは説明を簡単にする為に、作業員用複合現実感装置10aと指示者用複合現実感装置10bとで同じ構成を有するコンピュータを用いるものとして説明するが、それぞれに異なる構成を有するコンピュータを適用しても良いことはいうまでもない。

40

【0126】

同図において1001はCPUで、RAM1102やROM1003に格納されているプログラムやデータを用いて本コンピュータ全体の制御を行うと共に、本コンピュータを適用した装置が行う処理（例えば上述の各フローチャートに従った処理）を実行する。

【0127】

1002はRAMで、外部記憶装置1006からロードされたプログラムやデータを一時的に記憶するためのエリア、I/F1007を介して送受信されるデータを一時的に記憶するためのエリア、CPU1001が各種の処理を実行する際に用いるワークエリアな

50

どて適宜提供することができる。

【0128】

1003はROMで、本コンピュータを適用した装置の設定データや、ブートプログラムなどを格納する。

【0129】

1004は表示部で、CRTや液晶画面などにより構成されており、CPU1001による処理結果を画像や文字などでもって表示することができる。

【0130】

1005は操作部で、キーボードやマウスなどにより構成されており、各種の指示をCPU1001に対して入力することができる。なお、上述の各処理において装置に入力すべき指示はこの操作部1005を用いて入力される。

10

【0131】

1006は外部記憶装置で、ハードディスクドライブ装置などに代表される大容量情報記憶装置であって、ここにOS（オペレーティングシステム）や、本コンピュータを適用した装置が行うべき上述の各処理をCPU1001に実行させるためのプログラムやデータが保存されており、これらの一部若しくは全部はCPU1001による制御に従って適宜RAM1102にロードされ、CPU1001による処理対象となる。

【0132】

例えば本コンピュータを第1の実施形態に係る作業用複合現実感装置10aに適用した場合には、図1において作業用複合現実感装置10aを構成する各部のそれぞれの機能をCPU1001に実行させるためのプログラムやデータが外部記憶装置1006に保存されているし、本コンピュータを第1の実施形態に係る指示用複合現実感装置10bに適用した場合には、図1において指示用複合現実感装置10bを構成する各部のそれぞれの機能をCPU1001に実行させるためのプログラムやデータが外部記憶装置1006に保存されている。また、本コンピュータを第3の実施形態に係る作業用複合現実感装置10aに適用した場合には、図8において作業用複合現実感装置10aを構成する各部のそれぞれの機能をCPU1001に実行させるためのプログラムやデータが外部記憶装置1006に保存されているし、本コンピュータを第3の実施形態に係る指示用複合現実感装置10bに適用した場合には、図8において指示用複合現実感装置10bを構成する各部のそれぞれの機能をCPU1001に実行させるためのプログラムやデータが外部記憶装置1006に保存されている。

20

30

【0133】

1007はI/Fで、本コンピュータを適用した装置に接続すべきハードウェアがここに接続される。例えば本コンピュータを第1の実施形態に係る作業用複合現実感装置10aに適用した場合には、HMD20a、マイクロフォン28a、スタイラス41aがこのI/F1007に接続されるし、本コンピュータを第1の実施形態に係る指示用複合現実感装置10bに適用した場合には、HMD20b、マイクロフォン28b、スタイラス41bがこのI/F1007に接続される。本コンピュータを第3の実施形態に係る作業用複合現実感装置10aに適用した場合には、更に、3次元位置姿勢センサ45がこのI/F1007に接続される。なお、ここでは様々なデバイスを1つのI/Fに接続するとしたが、デバイス毎に別個にI/Fを設けるようにしても良い。

40

【0134】

1008はスピーカで、本コンピュータを作業用複合現実感装置10aに適用した場合にはこのスピーカ1008はスピーカ27aに相当するし、本コンピュータを指示用複合現実感装置10bに適用した場合にはこのスピーカ1008はスピーカ27bに相当する。

【0135】

1009はNIC（ネットワークインターフェース）で、本コンピュータをネットワークに接続するためのものである。よって本コンピュータを作業用複合現実感装置10a、指示用複合現実感装置10bに適用した場合には、それぞれのコンピュータはこのN

50

ＩＣ１００９を介してデータ通信を行うことになる。

【０１３６】

１０１０は上述の各部を繋ぐバスである。

【０１３７】

〔その他の実施形態〕

また、本発明の目的は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記録媒体（または記憶媒体）を、システムあるいは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（またはＣＰＵやＭＰＵ）が記録媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成されることは言うまでもない。この場合、記録媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記録した記録媒体は本発明を構成することになる。

10

【０１３８】

また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、前述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているオペレーティングシステム（ＯＳ）などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【０１３９】

さらに、記録媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張カードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張カードや機能拡張ユニットに備わるＣＰＵなどが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

20

【０１４０】

本発明を上記記録媒体に適用する場合、その記録媒体には、先に説明したフローチャートに対応するプログラムコードが格納されることになる。

【図面の簡単な説明】

【０１４１】

【図１】本発明の第１の実施形態に係るシステムの機能構成を示すブロック図である。

30

【図２】（ａ）は、作業者が仮想物体を操作して作業を行っている空間を示す図、指示者が存在する空間を示す図である。

【図３】作業用複合現実感装置１０ａが行う処理のフローチャートである。

【図４】指示者用複合現実感装置１０ｂが行う処理のフローチャートである。

【図５】作業用複合現実感装置１０ａが指示者用複合現実感装置１０ｂから送信されたデータ（スタイラス情報）の受信処理（受信イベント処理）のフローチャートである。

【図６】スタイラス４１ａに備わっているボタンが押下された場合に作業用複合現実感装置１０ａが行う処理のフローチャートである。

【図７】（ａ）は作業者が存在する空間を示す図、（ｂ）は指示者が存在する空間を示す図である。

40

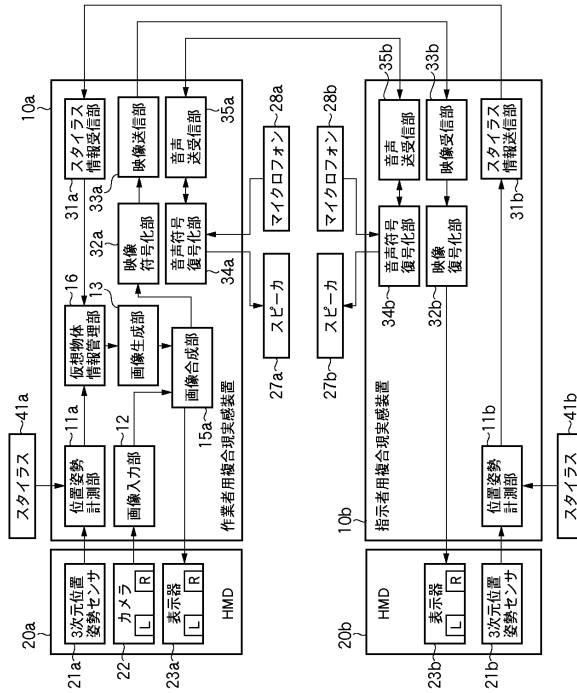
【図８】本発明の第３の実施形態に係るシステムの機能構成を示すブロック図である。

【図９】Ｚバッファ法を基にしたステップＳ２００における隠面処理を用いた仮想物体の描画処理のフローチャートである。

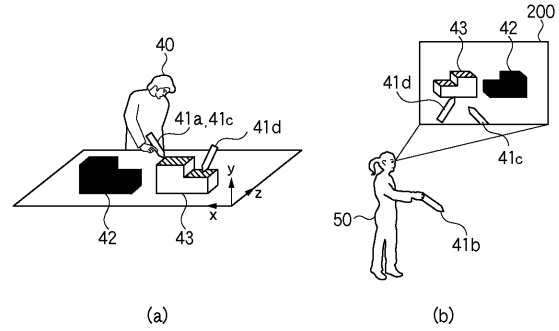
【図１０】作業用複合現実感装置１０ａ、指示者用複合現実感装置１０ｂに適用可能なコンピュータのハードウェア構成を示すブロック図である。

【図１１】作業、指示者が仮想物体を操作中であるのか、操作しているのであればどの仮想物体を操作中であるのかといったことを示す情報が登録されたテーブルの構成例を示す図である。

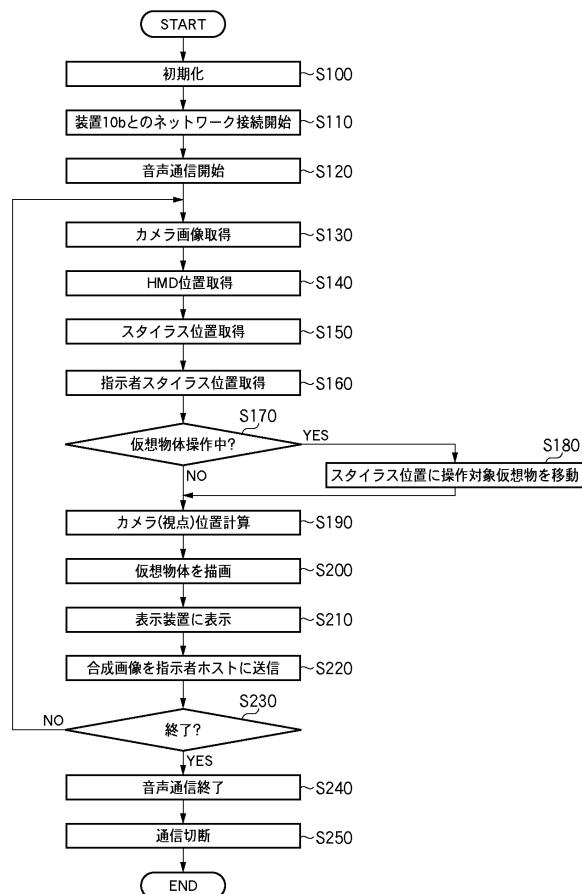
【図 1】



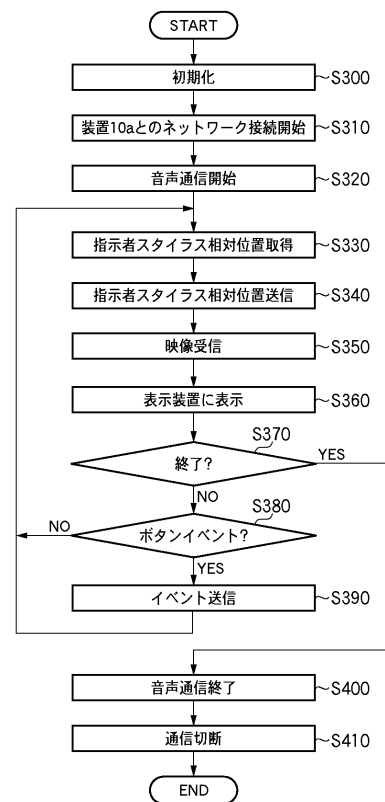
【図 2】



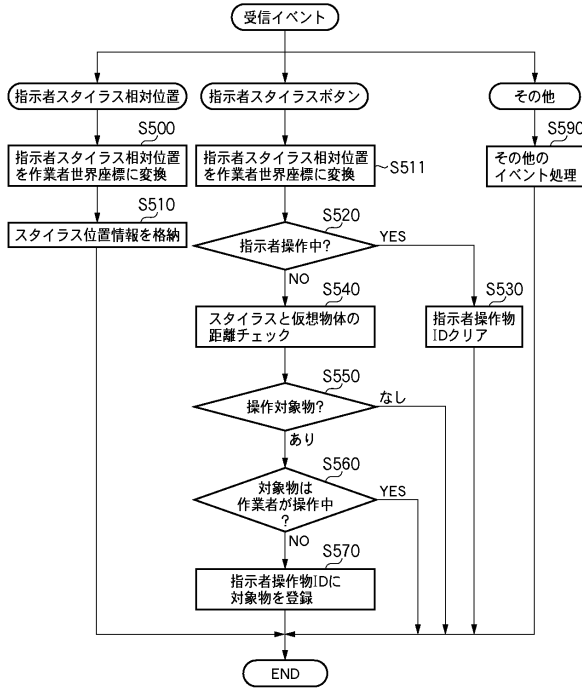
【図 3】



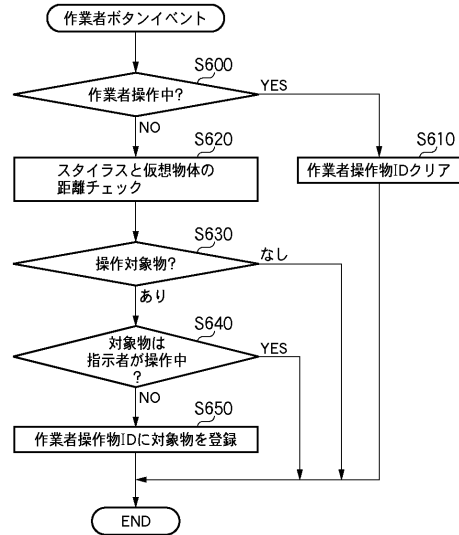
【図 4】



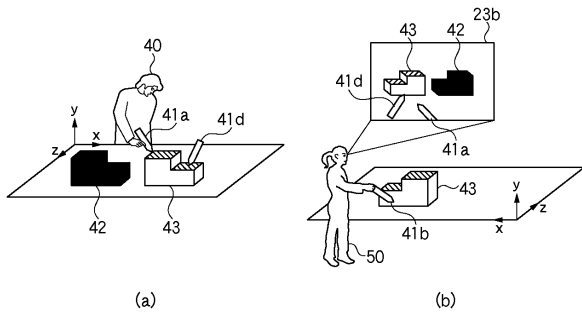
【図 5】



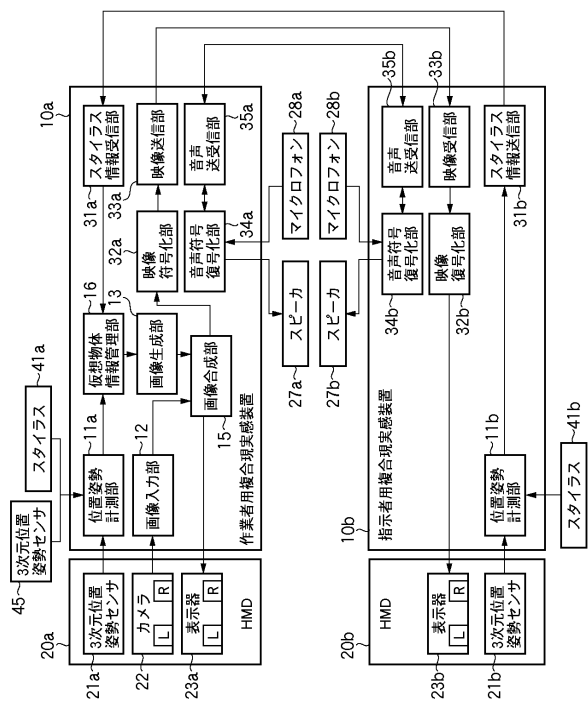
【図 6】



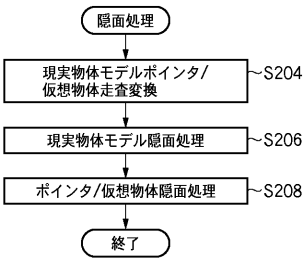
【図 7】



【図 8】



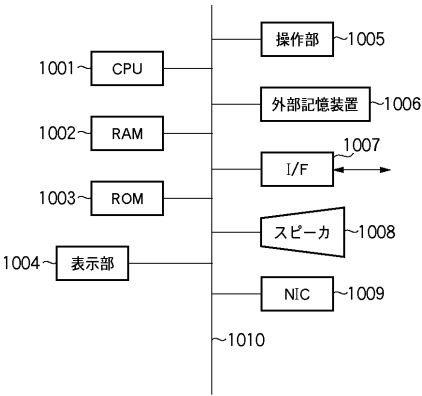
【 図 9 】



【 図 1 1 】

作業者操作物ID	null
指示者操作物ID	仮想物体C

【 図 1 0 】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 裕之
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 村松 貴士

(56)参考文献 特開2004-213673(JP,A)
特開2000-184397(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06T 17/40
G06F 3/048