

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5966510号
(P5966510)

(45) 発行日 平成28年8月10日(2016.8.10)

(24) 登録日 平成28年7月15日(2016.7.15)

(51) Int.Cl.

F 1

G 0 6 T 19/00 (2011.01)

G 0 6 T 19/00 6 0 0

請求項の数 2 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2012-76966 (P2012-76966)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成24年3月29日 (2012.3.29)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2013-206322 (P2013-206322A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成25年10月7日 (2013.10.7)	(74) 代理人	100104215
審査請求日	平成27年2月12日 (2015.2.12)		弁理士 大森 純一
		(74) 代理人	100117330
			弁理士 折居 章
		(74) 代理人	100168181
			弁理士 中村 哲平
		(74) 代理人	100170346
			弁理士 吉田 望
		(74) 代理人	100168745
			弁理士 金子 彩子
		(74) 代理人	100176131
			弁理士 金山 慎太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報処理システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の現実風景を撮影して第1の現実画像を取得する第1の撮影部と、
投影装置により前記現実風景に投影された図形の画像を前記第1の現実画像から検出する第1の図形検出部と、

前記現実風景の前記第1の現実画像から特徴点をリアルタイムに検出する特徴点検出部と、

前記図形と前記第1の撮影部との第1の位置関係をもとに、前記現実風景に仮想情報を重畳して第1の表示部に表示させるために必要な第1のパラメータを生成し、前記第1の現実画像から前記図形が消失したとき、前記図形が最後に検出された時点での前記現実風景との第2の位置関係を保持しつつ前記仮想情報を表示し続けるように、前記特徴点検出部による検出結果をもとに前記第1のパラメータを生成する第1のパラメータ生成部と、

前記投影装置が投影する画像の光軸と前記現実風景内の投影対象面との角度を取得する角度取得部と、

前記投影対象面に前記投影装置より投影された図形が、あらかじめ決められた基準形状となるように、前記取得した角度をもとに前記投影装置により投影される図形に対して変形を付与する変形付与部とを有し、

前記第1のパラメータ生成部は、変形が付与された図形と前記第1の撮影部との第1の位置関係をもとに、前記パラメータを生成する

第1の情報処理装置と、

前記第 1 の現実風景を撮影して第 2 の現実画像を取得する第 2 の撮影部と、
前記投影装置により前記第 1 の現実風景に投影された前記変形が付与された図形の画像を前記第 2 の現実画像から検出する第 2 の図形検出部と、
前記変形が付与された図形と前記第 2 の撮影部との第 3 の位置関係をもとに、前記現実風景に仮想情報を重畳して第 2 の表示部に表示させるために必要な第 2 のパラメータを生成する第 2 のパラメータ生成部と
を有する第 2 の情報処理装置と
を具備する情報処理システム。

【請求項 2】

第 1 の現実風景を撮影して第 1 の現実画像を取得する第 1 の撮影部と、
投影装置により前記現実風景に投影された図形の画像を前記第 1 の現実画像から検出する第 1 の図形検出部と、
前記現実風景の前記第 1 の現実画像から特徴点をリアルタイムに検出する特徴点検出部と、
前記図形と前記第 1 の撮影部との第 1 の位置関係をもとに、前記現実風景に仮想情報を重畳して第 1 の表示部に表示させるために必要な第 1 のパラメータを生成し、前記第 1 の現実画像から前記図形が消失したとき、前記図形が最後に検出された時点での前記現実風景との第 2 の位置関係を保持しつつ前記仮想情報を表示し続けるように、前記特徴点検出部による検出結果をもとに前記第 1 のパラメータを生成する第 1 のパラメータ生成部と、
前記投影装置が投影する画像の光軸と前記現実風景内の投影対象面との角度を取得する角度取得部と、
前記第 1 のパラメータを第 2 の情報処理装置に送信する送信部と
を有する第 1 の情報処理装置と、
前記第 1 の現実風景を撮影して第 2 の現実画像を取得する第 2 の撮影部と、
前記投影装置により前記第 1 の現実風景に投影された前記図形の画像を前記第 2 の現実画像から検出する第 2 の図形検出部と、
前記図形と前記第 2 の撮影部との第 3 の位置関係をもとに、前記現実風景に仮想情報を重畳して第 2 の表示部に表示させるために必要な第 2 のパラメータを生成する第 2 のパラメータ生成部と、
前記第 1 の情報処理装置より前記第 1 のパラメータを受信し、この受信した第 1 のパラメータを用いて前記第 2 のパラメータを補正する補正部と
を有する第 2 の情報処理装置と
を具備する情報処理システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本技術は、現実空間に対して画像を重畳して表示する情報処理システムに関する。

【背景技術】

【0002】

現実空間の画像に、現実空間に対応する画像を付加する、拡張現実 (Augmented Reality: AR) と呼ばれる技術がある。AR では、カメラ等によって現実空間の画像が取得され、取得された現実空間の画像に対して仮想的な情報 (以下、仮想情報) が重畳して表示される。ユーザは、現実空間に対して重畳して表示された仮想情報を見ることにより、仮想情報として表示されているオブジェクトがあたかも現実空間に存在しているかのよう認識する。

【0003】

AR にはマーカ型 AR とマーカレス型 AR とがある。

マーカ型ARでは、現実空間に物理的に設置されるマーカ（例えば、所定のサイズを有する着色された正方形）の画像情報が予め登録されている。現実空間が撮影されて現実空間の画像（現実画像）が取得され、この現実画像からマーカが検出され、検出されたマーカの大きさや角度等の情報から、マーカに対する撮影装置の空間的な位置関係が算出される。このマーカに対する撮影装置の空間的な位置関係を基に、仮想情報の表示位置や表示角度が算出される。算出された表示位置や表示角度に基づき、撮影装置との相対位置が固定された表示装置に仮想情報が表示され、ユーザは現実空間と共に仮想情報を視認することができる（例えば、特許文献1参照。）。

【0004】

一方、マーカレス型ARでは、特定のマーカは使用されない。現実画像に含まれる物体や現実空間自体が空間的に認識され、物体などの大きさや角度等の情報に基づき物体に対する撮影装置の空間的な位置関係が算出される。その位置関係を基に、仮想情報の表示位置や表示角度が算出され、撮影装置との相対位置が固定された表示装置に仮想情報が表示され、ユーザは現実空間と共に仮想情報を視認することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2007-75213号公報

【特許文献2】特開2008-40556号公報

【特許文献3】特開2007-272623号公報

【特許文献4】特開2002-324239号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

マーカ型ARには、現実空間に実在するマーカに基づいて仮想情報の表示位置や表示角度を算出するため、これらを比較的容易に算出可能であるというメリットがある。一方、マーカを作成する手間、マーカ設置スペースの確保、マーカの経年劣化、現実空間に実在するマーカによる物理的及び心理的ストレス、マーカのデザイン上の制約といったデメリットもある。

これに対して、マーカレス型ARには、マーカを作成及び設置する必要がない、マーカを設置すべきでない場所にも適用可能であるというメリットがある。一方、仮想情報を表示する周辺の広い領域の空間モデルを構築するため計算が煩雑となる、高い演算能力が要求され、演算能力が不足すると安定性、高精度の確保が困難であり、遅延が生じるおそれがあるなどといったデメリットもある。

【0007】

さらに、マーカ型及びマーカレス型ARに共通する問題点として以下のものが挙げられる。

・ユーザが自由に仮想情報の操作（位置移動、ズーム、回転など）を行うのが困難である。すなわち、一旦使用を中止し、実在マーカの位置変更（マーカ型ARの場合）やプログラム上での仮想情報表示位置変更が必要となる。

・可視光カメラによる画像認識を用いるため、明る過ぎる場所、暗過ぎる場所では画像認識できない。加えて、光源（太陽、電灯など）に対する遮蔽物によって実在物体表面に強い陰影（コントラスト）が生じてしまう場合も問題となる。

【0008】

このように、マーカ型AR及びマーカレス型ARはそれぞれ一長一短であり、実用化に向けて改良の余地がある。

【0009】

以上のような事情に鑑み、本技術の目的は、安定的かつ高精度に仮想情報を表示することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本技術に係る情報処理装置は、現実風景を撮影して現実画像を取得する撮影部と、投影装置により前記現実風景に投影された図形の画像を前記現実画像から検出する図形検出部と、前記現実風景の前記現実画像から特徴点をリアルタイムに検出する特徴点検出部と、前記図形と前記撮影部との第 1 の位置関係をもとに、前記現実風景に仮想情報を重畳して表示部に表示させるために必要なパラメータを生成し、前記現実画像から前記図形が消失したとき、前記図形が最後に検出された時点での前記現実風景との第 2 の位置関係を保持しつつ前記仮想情報を表示し続けるように、前記特徴点検出部による検出結果をもとに前記パラメータを生成するパラメータ生成部とを具備する。

【 0 0 1 1 】

10

情報処理装置は、前記特徴点検出部による検出結果をもとに生成された前記パラメータを用いた前記仮想情報の表示を、あらかじめ決められたイベントの発生により停止させる第 1 の仮想情報表示制御部をさらに具備してもよい。

【 0 0 1 2 】

情報処理装置は、前記投影装置が投影する画像の光軸と前記現実風景内の投影対象面との角度を取得する角度取得部と、前記投影対象面に前記投影装置より投影された図形が、あらかじめ決められた基準形状となるように、前記取得した角度をもとに前記投影装置により投影される図形に対して変形を付与する変形付与部をさらに具備してもよい。

【 0 0 1 3 】

前記パラメータ生成部は、変形が付与された図形と前記撮影部との第 1 の位置関係をもとに、前記パラメータを生成してもよい。

20

【 0 0 1 4 】

情報処理装置は、前記現実風景に前記仮想情報を重畳して表示させたときにその内容が自然法則に反するかどうかが及び / 又は要求される視覚品質上の条件を満足するかどうかを予め決められたルールに従って判定し、反する及び / 又は満足しない場合に、前記仮想情報の表示を無効化する第 2 の仮想情報表示制御部をさらに具備してもよい。

【 0 0 1 5 】

情報処理装置は、前記現実風景に前記仮想情報を重畳して表示させたときにその内容が自然法則に反するかどうかが及び / 又は要求される視覚品質上の条件を満足するかどうかを予め決められたルールに従って判定し、反する及び / 又は満足しない場合に、自然法則及び / 又は視覚品質上の条件を満足するように、仮想情報の表示位置を変更する第 2 の仮想情報表示制御部をさらに具備してもよい。

30

【 0 0 1 6 】

情報処理装置は、前記表示部をさらに具備してもよい。

【 0 0 1 7 】

情報処理装置は、前記投影装置をさらに具備してもよい。

【 0 0 1 8 】

本技術に係る情報処理システムは、第 1 の現実風景を撮影して第 1 の現実画像を取得する第 1 の撮影部と、投影装置により前記現実風景に投影された図形の画像を前記第 1 の現実画像から検出する第 1 の図形検出部と、前記現実風景の前記第 1 の現実画像から特徴点をリアルタイムに検出する特徴点検出部と、前記図形と前記第 1 の撮影部との第 1 の位置関係をもとに、前記現実風景に仮想情報を重畳して第 1 の表示部に表示させるために必要な第 1 のパラメータを生成し、前記第 1 の現実画像から前記図形が消失したとき、前記図形が最後に検出された時点での前記現実風景との第 2 の位置関係を保持しつつ前記仮想情報を表示し続けるように、前記特徴点検出部による検出結果をもとに前記第 1 のパラメータを生成する第 1 のパラメータ生成部と、前記投影装置が投影する画像の光軸と前記現実風景内の投影対象面との角度を取得する角度取得部と、前記投影対象面に前記投影装置より投影された図形が、あらかじめ決められた基準形状となるように、前記取得した角度をもとに前記投影装置により投影される図形に対して変形を付与する変形付与部とを有し、前記第 1 のパラメータ生成部は、変形が付与された図形と前記第 1 の撮影部との第 1 の位

40

50

置関係をもとに、前記パラメータを生成する第１の情報処理装置と、前記第１の現実風景を撮影して第２の現実画像を取得する第２の撮影部と、前記投影装置により前記第１の現実風景に投影された前記変形が付与された図形の画像を前記第２の現実画像から検出する第２の図形検出部と、前記変形が付与された図形と前記第２の撮影部との第３の位置関係をもとに、前記現実風景に仮想情報を重畳して第２の表示部に表示させるために必要な第２のパラメータを生成する第２のパラメータ生成部とを有する第２の情報処理装置とを具備する。

【００１９】

本技術に係る情報処理システムは、第１の現実風景を撮影して第１の現実画像を取得する第１の撮影部と、投影装置により前記現実風景に投影された図形の画像を前記第１の現実画像から検出する第１の図形検出部と、前記現実風景の前記第１の現実画像から特徴点をリアルタイムに検出する特徴点検出部と、前記図形と前記第１の撮影部との第１の位置関係をもとに、前記現実風景に仮想情報を重畳して第１の表示部に表示させるために必要な第１のパラメータを生成し、前記第１の現実画像から前記図形が消失したとき、前記図形が最後に検出された時点での前記現実風景との第２の位置関係を保持しつつ前記仮想情報を表示し続けるように、前記特徴点検出部による検出結果をもとに前記第１のパラメータを生成する第１のパラメータ生成部と、前記投影装置が投影する画像の光軸と前記現実風景内の投影対象面との角度を取得する角度取得部と、前記第１のパラメータを第２の情報処理装置に送信する送信部とを有する第１の情報処理装置と、前記第１の現実風景を撮影して第２の現実画像を取得する第２の撮影部と、前記投影装置により前記第１の現実風景に投影された前記図形の画像を前記第２の現実画像から検出する第２の図形検出部と、前記図形と前記第２の撮影部との第３の位置関係をもとに、前記現実風景に仮想情報を重畳して第２の表示部に表示させるために必要な第２のパラメータを生成する第２のパラメータ生成部と、前記第１の情報処理装置より前記第１のパラメータを受信し、この受信した第１のパラメータを用いて前記第２のパラメータを補正する補正部とを有する第２の情報処理装置とを具備する。

【００２０】

本技術に係る情報処理方法は、撮影部により、現実風景を撮影して現実画像を取得し、図形検出部により、投影装置により前記現実風景に投影された図形の画像を前記現実画像から検出し、特徴点検出部により、前記現実風景の前記現実画像から特徴点をリアルタイムに検出し、パラメータ生成部により、前記図形と前記撮影部との第１の位置関係をもとに、前記現実風景に仮想情報を重畳して表示部に表示させるために必要なパラメータを生成し、前記現実画像から前記図形が消失したとき、前記図形が最後に検出された時点での前記現実風景との第２の位置関係を保持しつつ前記仮想情報を表示し続けるように、前記特徴点検出部による検出結果をもとに前記パラメータを生成する。

【発明の効果】

【００２１】

以上のように、本技術によれば、安定的かつ高精度に仮想情報を表示することができる。

【図面の簡単な説明】

【００２２】

【図１】本技術の第１の実施形態に係る情報処理システムを示す模式図である。

【図２】複数のＨＭＤを有する情報処理システムを示す模式図である。

【図３】ＨＭＤ及び入力装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

【図４】第１の処理を実行するためのＨＭＤの機能的な構成を示すブロック図である。

【図５】変形例９に係る情報処理システムを模式的に示すブロック図である。

【図６】重畳パラメータ生成部による重畳パラメータ生成の原理を模式的に示す図である。

【図７】ＨＭＤによる第１の処理の動作を示すフローチャートである。

【図８】マーカ型ＡＲで用いられるマーカの一例を示す図である。

【図 9】第 2 の処理を実行するための H M D の機能的な構成を示すブロック図である。

【図 1 0】H M D による第 2 の処理の動作を示すフローチャートである。

【図 1 1】第 2 の処理により得られる効果を説明するための図である。

【図 1 2】第 3 の処理の概要を説明するための図である。

【図 1 3】第 3 の処理を実行するための H M D の機能的な構成を示すブロック図である。

【図 1 4】H M D による第 3 の処理の動作を示すフローチャートである。

【図 1 5】第 3 の処理による表示結果を示す図である。

【図 1 6】マーカの変形を模式的に示す図である。

【図 1 7】本技術の第 2 の実施形態に係る情報処理システムを示す模式図である。

【図 1 8】第 2 の実施形態に係る H M D のハードウェア構成を示すブロック図である。

10

【図 1 9】投影 H M D によるメイン動作を示すフローチャートである。

【図 2 0】非投影 H M D による、投影 H M D の重畳パラメータ取得の動作を示すフローチャートである。

【図 2 1】変形例 1 に係る情報処理システムを示す模式図である。

【図 2 2】変形例 2 に係る情報処理システムを示す模式図である。

【図 2 3】変形例 2 に係る情報処理システムのハードウェア構成を示すブロック図である。

。

【図 2 4】変形例 3 に係る情報処理システムを示す模式図である。

【図 2 5】変形例 4 に係る情報処理システムを示す模式図である。

【図 2 6】変形例 4 に係る情報処理システムのハードウェア構成を示すブロック図である。

20

。

【図 2 7】変形例 5 に係る情報処理システムを示す模式図である。

【図 2 8】変形例 6 に係る情報処理システムを示す模式図である。

【図 2 9】変形例 7 に係る入力装置を示す斜視図である。

【図 3 0】変形例 9 により実現される処理を模式的に示す図である。

【図 3 1】変形例 9 により実現される処理を模式的に示す図である。

【図 3 2】変形例 9 により実現される処理を模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 3 】

以下、本技術に係る実施形態を図面を参照しながら説明する。

30

【 0 0 2 4 】

< 第 1 の実施形態 >

[第 1 の実施形態の概要]

図 1 は、本技術の第 1 の実施形態に係る情報処理システム 1 を示す模式図である。

本実施形態の情報表示システム 1 は、ヘッドマウントディスプレイ (Head Mount Display、H M D) 1 0 0 (情報処理装置) と、入力装置 2 0 0 (投影装置) とを有する。

【 0 0 2 5 】

H M D 1 0 0 は、全体としてメガネ型の形状を有し、ユーザ U の頭部に装着可能である。H M D 1 0 0 は、装着時にユーザ U の眼前に配置される表示部 1 0 2 と、現実空間の少なくともユーザ U の視野範囲を撮影可能な撮影部 1 0 1 とを有する。表示部 1 0 2 は透過性を有し、ユーザ U 個人に表示部 1 0 2 を透過させて現実空間を視認させつつ、ユーザ U が視認する現実空間に重畳して画像を表示することが可能である。H M D 1 0 0 は、撮影部 1 0 1 が撮影した現実空間の画像 (現実画像) に含まれる、入力装置 2 0 0 により投影されたマーカ M を検出し、検出したマーカ M をもとに仮想情報 I の重畳パラメータを算出する。この「重畳パラメータ」とは、現実空間に対して重畳して表示させる仮想情報の形態に関するパラメータであり、具体的には、仮想情報 I の位置、角度及び大きさである。H M D 1 0 0 は、算出した重畳パラメータに基づいて所定の仮想情報を生成し、表示部 1 0 2 により、ユーザ U の視認する現実空間に投影されたマーカ M に重畳して仮想情報 I を表示する。この仮想情報 I として表示するコンテンツの選択は、ユーザにより H M D 1 0 0 に設けられた入力部 (図 3) を用いて予め入力される。

40

50

【 0 0 2 6 】

入力装置 2 0 0 は、ユーザ U が手に持つことが可能な大きさ及び形状を有する。入力装置 2 0 0 には、投影ボタン 2 0 1、ズームスライダ 2 0 2、電源ボタン 2 0 3 が設けられる。ユーザ U が投影ボタン 2 0 1 を押すと、投影窓 2 0 4 からマーカ M としての所定形状の図形が現実空間の投影対象物 T (机など) に投影される。このマーカ M の投影位置が、HMD 1 0 0 による仮想情報 I の表示位置となる。さらに、ユーザ U が投影ボタン 2 0 1 を押しながら入力装置 2 0 0 を動かすことで、仮想情報 I に対して操作を行うことができる。例えば、ユーザ U が投影ボタン 2 0 1 を押しながら入力装置 2 0 0 を移動してマーカ M の投影位置を移動すると、仮想情報 I を移動 (ドラッグ) させることができる。同様に、ユーザ U が投影ボタン 2 0 1 を押しながら入力装置 2 0 0 を回転してマーカ M を回転すると、仮想情報 I を回転させることができる。また、ユーザ U が投影ボタン 2 0 1 を押しながらズームスライダ 2 0 2 を操作すると、仮想情報 I を拡大 / 縮小 (ズーム) させることができる。仮想情報 I を表示中に新たな別の仮想情報を表示させるためには、ユーザ U は投影ボタン 2 0 1 の押下を停止し、HMD 1 0 0 に設けられた入力部 (図 3) を用いて新たな仮想情報として表示するコンテンツの選択を入力する。また、ユーザ U が投影ボタン 2 0 1 の押下を停止し、その後再び投影ボタン 2 0 1 を押してマーカ M を表示中の仮想情報 I に重ねると、再びその仮想情報 I を操作可能となる。

10

【 0 0 2 7 】

なお、情報表示システム 1 は、複数のユーザにそれぞれ装着された複数の HMD を有するものであってもよい。

20

図 2 は、複数の HMD 1 0 0 A、1 0 0 B を有する情報処理システム 1 を示す模式図である。

複数の HMD 1 0 0 A、1 0 0 B は、複数のユーザ U 1、U 2 にそれぞれ装着される。ユーザ U 1 は入力装置 2 0 0 を用いて現実空間にマーカ M を投影する。HMD 1 0 0 A は、HMD 1 0 0 A の撮影部 1 0 1 A が撮影した現実画像から、HMD 1 0 0 A を装着したユーザ U 1 が持つ入力装置 2 0 0 により投影されたマーカ M を検出し、検出したマーカ M をもとに仮想情報を表示する。HMD 1 0 0 B は、HMD 1 0 0 B の撮影部 1 0 1 B が撮影した現実画像から、HMD 1 0 0 B を装着したユーザ U 2 とは異なるユーザ U 1 が持つ入力装置 2 0 0 により投影されたマーカ M を検出し、検出したマーカ M をもとに仮想情報を表示する。

30

【 0 0 2 8 】

[HMD のハードウェア構成]

図 3 は、HMD 1 0 0 及び入力装置 2 0 0 のハードウェア構成を示すブロック図である。

HMD 1 0 0 は、CPU (Central Processing Unit) 1 0 3 と、それぞれ CPU 1 0 3 に接続されたメモリ 1 0 4、撮影部 1 0 1、表示部 1 0 2、入力部 1 0 5、モーションセンサ 1 0 6、環境センサ 1 0 7、第 1 の送受信器 1 0 8 及び第 2 の送受信器 1 0 9 と、内部電源 1 1 0 とを有する。

【 0 0 2 9 】

CPU 1 0 3 は、メモリ 1 0 4 に格納されたプログラムに従って各種処理を実行する。撮影部 1 0 1 は、現実空間の少なくともユーザの視野範囲を撮影可能である。撮影部 1 0 1 は、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサなどの撮影素子と、撮影素子の出力を A / D (Analog/Digital) 変換する A / D コンバータなどで構成される。

40

表示部 1 0 2 は、LCD (Liquid Crystal Display、液晶表示素子) と光学系などからなり、LCD によって形成された画像を光学系を介してユーザに提示する。より具体的には、表示部 1 0 2 は、ユーザに外界を視認させつつ、LCD によって形成された画像をユーザの視野に重ねて表示可能である。

入力部 1 0 5 は、例えば、ボタン、スライダ、スイッチ、ダイヤル、タッチセンサなどで構成され、ユーザ操作により CPU 1 0 3 に対する命令や、仮想情報として表示するコ

50

ンテンツの選択を入力可能である。

モーションセンサ 106 は、例えば、加速度センサ、ジャイロセンサ、磁気センサであり、HMD 100 の移動を検出可能である。

環境センサ 107 は、例えば、照度や温湿度を検出可能である。

第 1 の送受信器 108 は、例えば、Bluetooth (登録商標)、Wi-Fi (登録商標) などの中・高速近距離無線送受信器であり、入力装置 200 との情報のやり取りを行う。

第 2 の送受信器 109 は、例えば、3G (3rd Generation)、WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access、登録商標) などの中距離無線送受信器であり、インターネットや LAN (Local Area Network) などのネットワーク N に接続し、仮想情報として表示するコンテンツをダウンロードしたりする。

10

【0030】

[入力装置のハードウェア構成]

図 3 を参照し、入力装置 200 は、CPU 212 と、それぞれ CPU 212 に接続されたメモリ 205、入力部 206、モーションセンサ 207、第 3 の送受信器 208、変調部 209 及び投影部 210 と、内部電源 211 とを有する。

CPU 212 は、メモリ 205 に格納されたプログラムに従って各種処理を実行する。なお、CPU の代わりに MPU (Micro Processing Unit) であってもよい。

入力部 206 は、投影ボタン 201、ズームスライダ 202、電源ボタン 203 などのボタン、スライダ、スイッチ、ダイヤル、タッチセンサなどで構成され、ユーザ操作により CPU 212 に対する命令を入力可能である。

20

モーションセンサ 207 は、例えば、加速度センサ、ジャイロセンサ、磁気センサであり、入力装置 200 の移動を検出可能である。

第 3 の送受信器 208 は、例えば、Bluetooth (登録商標)、Wi-Fi (登録商標) などの中・高速近距離無線送受信器であり、HMD 100 との情報のやり取りを行う。

変調部 209 は、CPU 212 が扱うデジタルデータを投影部 210 が投影可能な光信号に変調する。

投影部 210 は、投影窓 204 (図 1) からマーカとしての所定形状の図形を現実空間の投影対象物 (壁や机など) に投影可能なレーザポインタ又はレーザプロジェクタにより構成される。レーザポインタとしては、点表示型 (赤、緑、青)、ビーム可変型 (スキャナタイプ、レンズタイプ、ホログラムタイプ)、紫外型、赤外型などを採用することができる。レーザプロジェクタとしては、例えば、MEMS (Micro Electro Mechanical System) スキャナを搭載し、高速に左右へ動く 1 本のレーザ光で上から順に走査することにより画像を投影可能な装置などを採用することができる。

30

【0031】

[HMD が実行する処理]

HMD 100 は、以下の 3 つの処理を実行することが可能である。

1. 撮影により得られた現実画像データに含まれるマーカに対して仮想情報を表示する。さらに、マーカの消失やユーザ操作によって現実画像データにマーカが含まれなくなると仮想情報の重畳パラメータの演算・更新処理が停止し、かつその後に撮影部が動かされた場合にも、仮想情報をユーザの違和感なく表示する処理 (第 1 の処理)。

40

2. 複数のユーザがそれぞれの HMD を通して同一のオブジェクトを見ているような角度、位置及びサイズ等で、それぞれの HMD が仮想情報を表示する処理 (第 2 の処理)。

3. マーカに基づいて仮想情報を表示するとユーザにとって違和感等が生じるおそれが生じる可能性がある場合、ユーザにとって違和感等が生じる可能性の少ない形態で仮想情報を表示する処理 (第 3 の処理)。

【0032】

< 第 1 の処理 >

[第 1 の処理の概要]

50

マーカ型 A R 及びマーカレス型 A R の上記各問題を解決するため、据え置き型のレーザープロジェクタなどを用いてマーカを投影することで、物理的なマーカを用いなくともマーカ型 A R のメリットを享受可能な手法が提案されている。しかし、この手法には以下のような問題点がある。

- ・別途プロジェクタや定点カメラなどの設備が必要となり、設置場所を選ぶ。
- ・使用前に空間を詳細に走査するステップが必要となるため、リアルタイム性に劣る。
- ・広い領域の空間モデルの構築を行う必要があるので計算が煩雑となる。

【 0 0 3 3 】

一方、ユーザが携帯型のレーザーポインタを手を持ってマーカを投影することで、上記設置場所の問題を解決可能とする手法が提案されている（特許文献 2、特許文献 3）。

10

【 0 0 3 4 】

特許文献 2 によれば、撮影装置と携帯型レーザーポインタとがそれぞれ、自らの空間内の位置及び姿勢を検出する。撮影装置により撮影された画像に含まれるレーザーポインタのポイントティング点と、レーザーポインタ及び撮影装置の空間位置から推測される仮想ポイントティング点とをマッチングさせることにより、仮想情報の重畳場所が算出される。しかし、この手法には以下のような問題点がある。

- ・広い領域の空間モデルの構築を行う必要があるので空間の測量及び計算が煩雑である。
- ・レーザーポインタ及び撮影装置の姿勢演算なども行う必要があり、計算が煩雑であるとともに、安定性、良精度の確保が困難である。

【 0 0 3 5 】

20

特許文献 3 によれば、携帯型レーザーポインタを用いて投影対象物（壁など）の少なくとも 3 箇所にポイントティング点が投影され、このポイントティング点をもとにレーザーポインタと投影対象物との距離、方向及び表示座標が演算される。しかし、この手法には以下のような問題点がある。

- ・レーザーポインタと投影装置とが一体的に構成される形態において（特許文献 3 の図 1、図 19）、仮想情報を特定の場所に停止状態で表示したい場合には、ユーザはレーザーポインタを常に同じ姿勢に保持する必要があるため疲労感を伴う。また、手ぶれにより、表示される仮想情報の位置が安定しにくい。
- ・ポイントティング点の投影を止めると仮想情報の表示位置が算出できなくなるので、仮想情報の表示中は常にポイントティング点の投影を行う必要がある。さらに、複数の仮想情報に対して独立した操作を行うことができない。
- ・これらの問題に対応するため、ポイントティング点の投影を止めた際に、仮想情報を最後に表示された位置に表示し続ける様な処理仕様にする仮定する。しかし、その場合に撮影部（撮影部を携帯するユーザ）が少しでも移動又は回転すると、仮想情報の位置や角度等は変化しないため、仮想情報の位置や角度等がユーザにとって正しいものではなくなってしまう。

30

【 0 0 3 6 】

以上のような事情に鑑み、本技術の第 1 の処理では、マーカの消失やユーザ操作によって現実画像データにマーカが含まれなくなって仮想情報の重畳パラメータの演算・更新処理が停止し、かつその後に撮影部が動かされた場合にも、仮想情報をユーザの違和感なく表示する。より具体的には、演算が停止する直前（マーカが最後に検出された時点）の現実空間と重畳された仮想情報との相対位置を保持して表示し続ける。

40

【 0 0 3 7 】

[第 1 の処理を実行するための H M D の機能的な構成]

図 4 は、第 1 の処理を実行するための H M D 1 0 0 の機能的な構成を示すブロック図である。

H M D 1 0 0 は、撮影部 1 0 1、三次元構造推定部 1 2 0、マーカ検出部 1 2 1、重畳パラメータ生成部 1 2 2、変換行列算出部 1 2 3、画像データ生成部 1 2 4 及び表示部 1 0 2 を有する。

【 0 0 3 8 】

50

撮影部 101 は現実空間の画像を撮影し、現実画像データを取得する。撮影部 101 は、取得した現実画像データを三次元構造推定部 120 及びマーカ検出部 121 に供給する。

【0039】

三次元構造推定部 120 は、所謂シーンマッピング（移動ステレオ）技術を用いて現実空間の三次元構造を推定する。すなわち、三次元構造推定部 120（特徴点検出部）は、撮影部 101 から取得した現実画像データ中から複数の特徴点（コーナポイント）を検出する。撮影部 101 の視野移動中も、三次元構造推定部 120 は、特徴点をリアルタイムに検出（特徴点を追跡（トラッキング））し続ける。

【0040】

一般的な三次元構造推定技術では、2 台のカメラ（ステレオカメラ）を用いて、左右のステレオ映像を取得する。これに対して、本実施形態の三次元構造推定部 120 は、特徴点トラッキングで経時的に結び付けることにより、移動する 1 台のカメラ（撮影部 101）で時分割撮影することでステレオ映像を算出する。

三次元構造推定部 120 は、このステレオ映像から現実空間の三次元構造を推定し、推定結果を重畳パラメータ生成部 122 に供給する。

【0041】

図 4 に戻って、マーカ検出部 121（図形検出部）は、撮影部 101 が取得した現実画像データから、入力装置 200 により投影されたマーカ（図形）を検出する。マーカ検出部 121 には予め基準マーカの情報が登録されている。この「基準マーカ」とは、マーカを所定の距離から垂直方向に投影した場合のあらかじめ決められた基準形状を有するマーカであり、「基準マーカの情報」とは、基準マーカのサイズ、各頂点同士の距離、各辺の長さ等である。マーカ検出部 121 は、基準マーカのサイズをもとに、現実画像データから検出したマーカが基準マーカの形状と一致するような平面座標変換行列を生成し、検出したマーカに対して平面座標変換行列を用いた座標変換を行う。続いてマーカ検出部 121 は、座標変換されたマーカに対し、基準マーカとのパターンマッチングを行い、検出したマーカと基準マーカとの一致度を判断する。マーカ検出部 121 は、判断結果を重畳パラメータ生成部 122 に供給する。

【0042】

重畳パラメータ生成部 122 は、所定の一致度をもつマーカについて、基準マーカに対するマーカの歪みをもとに、投影対象物（壁や机など）に投影されたマーカに対する撮影部 101 の空間的な位置関係、すなわち角度及び距離を算出する。さらに、重畳パラメータ生成部 122 は、図 6 に示すように、輪郭抽出によりマーカ M の座標系（A）を算出する。重畳パラメータ生成部 122 は、マーカに対する撮影部 101 の上記空間的な位置関係をもとに、マーカ M の座標系（A）と、予め設定してある仮想情報 I の座標系（B）とが一致した座標系（C）となるように、仮想情報の重畳パラメータを計算する。このように、マーカに対する撮影部 101 の空間的な位置関係（第 1 の位置関係）をもとに生成された重畳パラメータを以下「第 1 の重畳パラメータ」と呼ぶ。重畳パラメータ生成部 122 は、モーションセンサ 106 により検出された HMD 100 の位置と、入力装置 200 のモーションセンサ 106 により検出された入力装置 200 の位置との関係をもとに、仮想情報がユーザにとってより自然に表示されるように第 1 の重畳パラメータを補正する。さらに重畳パラメータ生成部 122 は、ユーザの眼と表示部 102 との位置関係をもとに第 1 の重畳パラメータを補正する。

また、重畳パラメータ生成部 122 は、三次元構造推定部 120 が推定した現実空間の三次元構造の座標系と表示中の仮想情報の座標系とが一致するように、現実空間に対する仮想情報の空間的な位置関係（第 2 の位置関係）を保持して仮想情報の重畳パラメータを計算する。このように現実空間の三次元構造の座標系と表示中の仮想情報の座標系とが一致するように生成された重畳パラメータを以下「第 2 の重畳パラメータ」と呼ぶ。なお、第 1 及び第 2 の重畳パラメータを区別する必要がないときは単に「重畳パラメータ」と呼ぶ。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

変換行列算出部 1 2 3 は、マーカを基準とした座標系を現実空間における撮影部 1 0 1 を基準とした座標系に第 1 の重畳パラメータで変換するための空間座標変換行列を生成する。画像データ生成部 1 2 4 は、予め記録された仮想情報のオブジェクトデータを、変換行列算出部 1 2 3 から供給された空間座標変換行列を用いて座標変換する。これにより、画像データ生成部 1 2 4 は、撮影部 1 0 1 を基準とした座標系での、仮想情報のオブジェクト画像データを算出（描画）する。

また、変換行列算出部 1 2 3 は、表示中の仮想情報の座標系を、現実空間の三次元構造の座標系に、第 2 の重畳パラメータで変換するための空間座標変換行列を生成する。画像データ生成部 1 2 4 は、仮想情報のオブジェクトデータを、変換行列算出部 1 2 3 から供給された空間座標変換行列を用いて座標変換する。

10

【 0 0 4 4 】

画像データ生成部 1 2 4 は、生成した仮想情報のオブジェクト画像データを表示部 1 0 2 に供給する。

表示部 1 0 2 は、変換行列算出部 1 2 3 より供給された仮想情報のオブジェクト画像データを表示する。

【 0 0 4 5 】

[HMD による第 1 の処理の動作]

図 7 は、HMD 1 0 0 による第 1 の処理の動作を示すフローチャートである。

CPU 1 0 3 が所定の初期化処理を行うと（ステップ S 1 0 1 ）、撮影部 1 0 1 は現実空間の画像を撮影し、現実画像データを取得する（ステップ S 1 0 2 ）。撮影部 1 0 1 は、取得した現実画像データを三次元構造推定部 1 2 0 及びマーカ検出部 1 2 1 に供給する。三次元構造推定部 1 2 0 は、現実画像データ中から複数の特徴点を検出する（ステップ S 1 0 3 ）。撮影部 1 0 1 の視野移動中も、三次元構造推定部 1 2 0 は、特徴点をリアルタイムに検出（特徴点を追跡（トラッキング））し続ける（ステップ S 1 0 4 ）。三次元構造推定部 1 2 0 は、特徴点トラッキングで経時的に結び付ける事により、移動する 1 台のカメラ（撮影部 1 0 1 ）で時分割撮影することでステレオ映像を算出する。三次元構造推定部 1 2 0 は、このステレオ映像から現実空間の三次元構造を推定し、推定結果を重畳パラメータ生成部 1 2 2 に供給する（ステップ S 1 0 5 ）。

20

【 0 0 4 6 】

仮想情報表示部 1 0 2 が仮想情報を未だ表示していないか、仮想情報を既に表示しており且つその仮想情報が現実空間に重畳されて表示されている場合（ステップ S 1 0 6 で N o ）について説明する。この場合、マーカ検出部 1 2 1 は、撮影部 1 0 1 が取得（ステップ S 1 0 2 ）した現実画像データから、入力装置 2 0 0 により投影されたマーカを検出する（ステップ S 1 0 7 で Y e s ）。マーカ検出部 1 2 1 は、基準マーカのサイズをもとに、現実画像データから検出したマーカが基準マーカの形状と一致するような平面座標変換行列を生成し、検出したマーカに対して平面座標変換行列を用いた座標変換を行う。続いてマーカ検出部 1 2 1 は、座標変換されたマーカに対し、基準マーカとのパターンマッチングを行い、検出したマーカと基準マーカとの一致度を判断する（ステップ S 1 0 8 ）。マーカ検出部 1 2 1 は、判断結果を重畳パラメータ生成部 1 2 2 に供給する。

30

40

【 0 0 4 7 】

重畳パラメータ生成部 1 2 2 は、所定の一致度をもつ（ステップ S 1 0 8 で Y e s ）マーカについて、基準マーカに対するマーカの歪みをもとに、マーカに対する撮影部 1 0 1 の空間的な位置関係を推定する。具体的には、重畳パラメータ生成部 1 2 2 は、投影対象物（壁など）に投影されたマーカに対する撮影部 1 0 1 の空間的な位置関係（第 1 の位置関係）、すなわち角度及び距離を算出する。さらに、重畳パラメータ生成部 1 2 2 は、マーカの座標系と仮想情報の座標系とが一致するように、仮想情報の第 1 の重畳パラメータを計算する（ステップ S 1 0 9 ）。そして、重畳パラメータ生成部 1 2 2 は、仮想情報がユーザにとってより自然に表示されるように第 1 の重畳パラメータを補正する（ステップ S 1 1 0 ）。

50

【 0 0 4 8 】

変換行列算出部 1 2 3 は、マーカを基準とした座標系を、現実空間における撮影部 1 0 1 を基準とした座標系に、第 1 の重畳パラメータで変換するための空間座標変換行列を生成する（ステップ S 1 1 1）。画像データ生成部 1 2 4 は、予め記録された仮想情報のオブジェクトデータを、変換行列算出部 1 2 3 から供給された空間座標変換行列を用いて座標変換する。これにより、画像データ生成部 1 2 4 は、撮影部 1 0 1 を基準とした座標系での、仮想情報のオブジェクト画像データを算出（描画）する（ステップ S 1 1 2）。画像データ生成部 1 2 4 は、生成した仮想情報のオブジェクト画像データを表示部 1 0 2 に供給する。表示部 1 0 2 は、供給された仮想情報のオブジェクト画像データを表示する（ステップ S 1 1 3）。この後、次フレームの現実空間の画像データの取得（ステップ S 1 0 2）から仮想情報のオブジェクト画像データの表示（ステップ S 1 1 3）までの処理が繰り返し実行される。

10

【 0 0 4 9 】

次に、仮想情報表示部 1 0 2 が仮想情報を既に表示しているものの現実画像データから仮想情報が重畳されていたマーカが検出されない場合（ステップ S 1 0 6 で Y e s）について説明する。この現実画像データからマーカが検出されない場合とは、ユーザが入力装置 2 0 0 を移動するなどして、撮影部 1 0 1 による撮影空間外にマーカが投影される場合や、入力装置 2 0 0 に対する入力操作の中でユーザが意図的にマーカの投影を停止する場合などに発生する。現実画像データからマーカが検出されないと、マーカをもとに第 1 の重畳パラメータの演算・更新処理（ステップ S 1 0 9 など）を行うことができなくなる。加えて、現実画像データからマーカが検出されなくなった後にユーザの移動により撮影部 1 0 1 が移動すると、ユーザの視野の現実空間の風景は変化するのに、表示空間における仮想情報の位置や角度は変化しないこととなるため、ユーザにとって違和感のある位置や角度で仮想情報が表示され続けることとなる。そこで、第 1 の処理では、現実空間における特徴点をリアルタイムに検出（ステップ S 1 0 3）することによって、現実画像データにマーカが含まれなくなってマーカに基づく第 1 の重畳パラメータの演算が停止する直前（マーカが最後に検出された時点）の、現実空間に対する仮想情報の空間的な位置関係（第 2 の位置関係）を保持して仮想情報表示し続けることとする。

20

【 0 0 5 0 】

すなわち、重畳パラメータ生成部 1 2 2 は、三次元構造推定部 1 2 0 が推定（ステップ S 1 0 5）した現実空間の三次元構造の座標系と表示中の仮想情報の座標系とが一致するように、仮想情報の第 2 の重畳パラメータを計算する（ステップ S 1 1 4）。そして、重畳パラメータ生成部 1 2 2 は、ステップ S 1 1 0 と同様に第 2 の重畳パラメータを補正する（ステップ S 1 1 5）。

30

【 0 0 5 1 】

変換行列算出部 1 2 3 は、表示中の仮想情報の座標系を、現実空間の三次元構造の座標系に、第 2 の重畳パラメータで変換するための空間座標変換行列を生成する（ステップ S 1 1 6）。画像データ生成部 1 2 4 は、仮想情報のオブジェクトデータを、変換行列算出部 1 2 3 から供給された空間座標変換行列を用いて座標変換する。これにより、画像データ生成部 1 2 4 は、現実空間の三次元構造の座標系での、仮想情報のオブジェクト画像データを算出（描画）する（ステップ S 1 1 7）。画像データ生成部 1 2 4 は、生成した仮想情報のオブジェクト画像データを表示部 1 0 2 に供給する。他に、仮想情報が既に表示されているもののその仮想情報が重畳されていたマーカが消失しているものがあるときは（ステップ S 1 1 8 で Y e s）、ステップ S 1 1 4 以下の処理が繰り返される。

40

【 0 0 5 2 】

〔 第 1 の処理の効果 〕

以上、第 1 の処理によれば、次のような効果が期待できる。

1．表示部が仮想情報を既に表示しているものの現実画像データから仮想情報が重畳されていたマーカが検出されない場合、仮想情報の重畳パラメータについて、マーカをもとに第 1 の重畳パラメータの演算・更新処理を行うことができなくなる。加えて、現実画像

50

データからマーカが検出されなくなった後にユーザの移動により撮影部が移動すると、ユーザの視野の現実空間の風景は変化するのに、表示空間における仮想情報の位置や角度は変化しないこととなるため、ユーザにとって違和感のある位置や角度で仮想情報が表示され続けることとなる。

しかしながら、第1の処理では、現実空間における特徴点をリアルタイムに検出し、現実空間の三次元構造の座標系と表示中の仮想情報の座標系とが一致するように、仮想情報の第2の重畳パラメータを演算・更新する。これにより、現実画像データにマーカが含まれなくなってマーカに基づく第1の重畳パラメータの演算が停止する直前（マーカが最後に検出された時点）の、現実空間に対する仮想情報の空間的な位置関係を保持して仮想情報表示し続けることができる。さらに、高い演算能力や複雑なハードウェアシステム・設備を要求するのが通常であったマーカレス型ARシステムをマーカ型AR同等の簡単な演算・システムで実現することができる。

10

【0053】

2. マーカ型ARの一例として最も有名な「ARToolKit」で用いられる物理的なマーカは、図8に示すように、正方形の黒枠で囲われた白領域内に任意のパターン（図示の例では「AR」）が描かれているものである。黒枠でマーカの検出を行ない、白領域内のパターンに応じてマーカを判別することから、「ARToolKit」のARマーカは、デザイン上以下のような制約がある。

- ・全体形状として正方形であること
- ・正方形の幅又は高さ方向における黒枠：白領域：黒枠の割合が、基本的に25%：50%：25%、最低でも3：14：3
- ・白領域内のパターンは点対称・線対称を避け、細線を用いてはならない
- ・二値化した際に黒枠を明確に判別するため、マーカの周囲に余白が必要である

20

しかしながら、第1の処理のレーザ投影によるマーカの場合、S/N（Signal/Noise）値を非常に高くできるため、色の限定（黒・白）、細線非使用などの制約を外すことができる。さらに、余白は背景との分離を目的として設けられるため、第1の処理のレーザ投影によるマーカには、余白部分を設ける必要が無くなる。このように、現実空間に物理的に設置されるマーカに比べて、マーカのデザインの自由度を上げることができる。

【0054】

3. レーザポインタ又はレーザプロジェクタである投影部を有する入力装置を用いて、HMDに表示された仮想情報を操作するため、ユーザにとって直感的で容易な操作が可能となる。

30

【0055】

4. 本技術を次のような用途に応用することができる。現実空間に存在する壁や窓にマーカを投影することで、仮想情報の投影対象物を任意の壁や窓に設定し、任意の壁や窓をバーチャルなプロジェクタスクリーンやホワイトボードとして使用することができる。具体的な適用例として以下の例が挙げられる。

- ・大画面でビデオ映像やプラネタリウム画像を表示する。
- ・オフィスのパーティションや壁にバーチャルな付箋紙や資料を提示する。
- ・複数のバーチャル付箋紙を大画面上で表示したり移動したりする。

40

また、入力装置を動かすことにより、仮想情報の重畳位置を自在に制御することができる。具体的な適用例として以下の例が挙げられる。

- ・入力装置をあたかも手綱のように操作し、仮想情報としてのバーチャルなペットを散歩させる。

【0056】

< 第2の処理 >

[第2の処理の概要]

図2を参照し、1人のユーザが入力装置200を用いて投影したマーカをもとに複数のHMD100がそれぞれ仮想情報を表示する場合について説明する。なお、以下の説明において、マーカを投影する入力装置200をもつユーザの装着するHMDを「投影HMD

50

」、マーカを投影する入力装置 200 をもたないユーザの装着する HMD を「非投影 HMD」と呼ぶこととする。あるユーザ U1（第 1 のユーザ）が入力装置 200 を用いて投影対象物にマーカ M を投影する。そして、別のユーザ U2（第 2 のユーザ）に装着された非投影 HMD 100B がこのマーカ M に対して仮想情報を表示することにより第 2 のユーザ U2 に仮想情報を提示するような場合を想定する。この場合、第 2 のユーザ U2 の非投影 HMD 100B が、第 1 のユーザ U1 の入力装置 200 が投影したマーカ M を含む現実空間を撮影し、この現実画像を用いて仮想情報の重畳パラメータを算出する。

【0057】

その結果、例えば、以下のような問題が生じる可能性がある。第 1 のユーザ U1 が投影したマーカ M が投影対象物上で基準マーカ形状とは異なる歪んだ形状となるとする。第 2 のユーザ U2 の非投影 HMD 100B がそのマーカ M を撮影すると、もともと歪んだ形状であることに加え、投影を行った入力装置 200 を持つ第 1 のユーザ U1 とは異なる位置からマーカ M を撮影することとなる。このため、非投影 HMD 100B による重畳パラメータの計算として、歪んだマーカ M を基準マーカ形状に補正し、さらに、補正後のマーカに対する重畳パラメータを計算する必要があるなど、非投影 HMD 100B による計算が複雑なものとなるおそれがある。その結果、計算に時間がかかり、第 2 のユーザ U2 が、第 1 のユーザ U1 が実際に見ているオブジェクトをリアルタイムに見ることができない、すなわち投影 HMD 100A の表示結果と非投影 HMD 100B の表示結果との間に時間的ずれが生じるおそれがある。また、計算が複雑となるため非投影 HMD 100B による計算が正確性を欠く、すなわち投影 HMD 100A の表示結果と非投影 HMD 100B の表示結果との間に空間的ずれが生じるおそれがある。結果として、第 2 のユーザ U2 が実際に見ているオブジェクトの角度、位置及び大きさと、第 1 のユーザ U1 が実際に見ているオブジェクトを第 2 のユーザ U2 が見ていると仮定した場合のオブジェクトの角度、位置及び大きさとが、異なったものとなるおそれがある。

【0058】

これに対して、特許文献 4 によれば、あるプロジェクタ（第 1 のプロジェクタ）によって仮想情報としてのオブジェクトを表示する際、別のプロジェクタ（第 2 のプロジェクタ）により、投影対象物（スクリーンなど）にマーカ画像を投影する。ここで、第 2 のプロジェクタと投影対象物との位置関係は予め設定されている。撮影装置（定点カメラ）によってこのマーカが撮影され、撮影データをもとに表示すべきオブジェクトの位置、角度及び大きさが計算され、第 1 のプロジェクタによりオブジェクトが投影対象物に表示される。しかしながら、特許文献 4 の技術には、次のような問題がある。

- ・別途第 2 のプロジェクタや撮影装置（定点カメラ）などの設備が必要であるため、使用場所を選ぶ。

- ・第 1 のプロジェクタと投影対象物の位置が固定である必要があるため、使用場所を選ぶ。

- ・マーカを投影するためだけの第 1 のプロジェクタを使用するのは無駄が大きい。

【0059】

以上のような事情に鑑み、本技術の第 2 の処理では、複数のユーザがそれぞれの HMD を通してそれぞれの場所から同一のオブジェクトを見ているような角度、位置及び大きさで、それぞれの HMD が仮想情報を表示することを、より簡単且つ確実に実現する。

【0060】

[第 2 の処理を実行するための HMD の機能的な構成]

図 9 は、第 2 の処理を実行するための HMD 100 の機能的な構成を示すブロック図である。

HMD（投影 HMD 及び非投影 HMD）100 は、撮影部 101、マーカ検出部 121、重畳パラメータ生成部 122、マーカ補正部 125、変換行列算出部 123、画像データ生成部 124、表示部 102 及び第 1 の送受信器 108 を有する。

以下、すでに説明した構成及び機能等と同様の構成及び機能等は説明を簡略化又は省略し、異なる点を中心に説明する。

【0061】

マーカ補正部125は、基準マーカに対するマーカの歪みをもとに、マーカに対する撮影部101の空間的な位置関係を推定する。具体的には、マーカ補正部125（角度取得部）は、投影対象物（机など）に投影されたマーカに対する撮影部101の空間的な位置関係、すなわち投影対象物に対する撮影部101の角度及び距離（入力装置200が投影するマーカ画像の光軸と現実風景内の投影対象面との角度及び距離）を算出する。マーカ補正部125は、算出した角度及び距離をもとに、検出された歪みのあるマーカを基準マーカの形状に補正するための平面座標変換行列を生成する。マーカ補正部125は、検出したマーカに対して平面座標変換行列を用いた座標変換を行い、補正マーカを算出する。この「補正マーカ」とは、入力装置200の現在位置から投影対象物に投影されたときにこの投影対象物上で基準マーカの形状となり得るマーカである。マーカ補正部125（変形付与部）は、第1の送受信器108を用いて、入力装置200に算出した補正マーカを通知する。これにより、入力装置200は、歪みのあるマーカの投影を停止して補正マーカの投影を開始することが可能となる。さらに、マーカ補正部125は、入力装置200に補正マーカを通知したことをマーカ検出部121に通知する。

10

【0062】

[HMDによる第2の処理の動作]

図10は、HMD100による第2の処理の動作を示すフローチャートである。

CPU103は所定の初期化処理を行い（ステップS201）、自HMDが投影HMDかどうか、すなわち、自HMDを装着したユーザが持つ入力装置200によってマーカが投影されるかどうかを判定する（ステップS202）。具体的には、例えば、HMD100に自HMDを装着したユーザが所有する入力装置200の機器IDが予め登録され、CPU103は、当該機器IDによって識別される入力装置200にマーカ投影実行の有無を第1の送受信器108を用いて問い合わせればよい。あるいは、ユーザにより、このユーザが持つ入力装置200によってマーカが投影されるかどうか、入力部105に入力されるようにしてもよい。

20

【0063】

まず、投影HMD（ステップS202でYes）の動作について説明する。投影HMDは、ステップS102、S107、S108と同様に、現実画像データの取得（ステップS203）、マーカ検出（ステップS204でYes）、一致度判断（ステップS205）を行う。マーカ検出部121は、マーカの一一致度の判断結果をマーカ補正部125に供給する。

30

【0064】

マーカ補正部125は、所定の一致度をもつ（ステップS205でYes）マーカについて、基準マーカに対するマーカの歪みをもとに、マーカに対する撮影部101の空間的な位置関係を推定する。具体的には、マーカ補正部125（角度取得部）は、投影対象物（机など）に投影されたマーカに対する撮影部101の角度及び距離（入力装置200が投影するマーカ画像の光軸と現実風景内の投影対象面との角度及び距離）を算出する（ステップS206）。マーカ補正部125は、算出した角度及び距離をもとに、検出された歪みのあるマーカを基準マーカの形状に補正するための平面座標変換行列を生成する（ステップS207）。マーカ補正部125は、検出したマーカに対して平面座標変換行列を用いた座標変換を行い、補正マーカを算出する（ステップS208）。マーカ補正部125（変形付与部）は、第1の送受信器108を用いて、入力装置200に算出した補正マーカを通知する（ステップS209）。これにより、入力装置200は、歪みのあるマーカの投影を停止して補正マーカの投影を開始することが可能となる。さらに、マーカ補正部125は、入力装置200に補正マーカを通知したことをマーカ検出部121に通知する。

40

【0065】

マーカ補正部125が入力装置200に補正マーカを通知（ステップS209）した後、現実画像データ取得（ステップS210）、補正マーカ検出（ステップS211でYes

50

s)、補正マーカ一致度判断(ステップS212)が行われる。マーカ検出部121は、判断結果を重畳パラメータ生成部122に供給する。その後、ステップS109~S113と同様に、第1の重畳パラメータの計算及び補正(ステップS213、S214)、座標変換行列の生成(ステップS215)、オブジェクト画像データの算出及び表示(ステップS216、S217)が行われる。

【0066】

一方、非投影HMD(ステップS202でNo)は、ステップS210~S217の処理を行う。ここで、検出(ステップS211でYes)されるマーカが補正マーカであれば、非投影HMDは基準マーカ形状を有する補正マーカをもとに第1の重畳パラメータを計算することとなる。

【0067】

[第2の処理の効果]

以上、第2の処理によれば、次のような効果が期待できる。

1. 図11に示すように、第1のユーザU1が投影した補正マーカM'は、投影対象物上で歪みの無い基準マーカ形状となる。これにより、第2のユーザU2の非投影HMD100Bによる重畳パラメータの計算として、歪んだマーカ(図2のM)を基準マーカ形状に補正する必要が無く、補正マーカM'に対する重畳パラメータを計算しさえすればよいので、非投影HMD100Bによる計算量が小さく済む。その結果、計算に掛かる時間が少なくて済み、第2のユーザU2が、第1のユーザU1が実際に見ているオブジェクトをリアルタイムに見ることができる。すなわち、投影HMD100Aの表示結果と非投影HMD100Bの表示結果との間に時間的ずれが生じにくく、仮に生じたとしても無視できるほど小さい値で済む。また、非投影HMD100Bによる計算が正確性を保つことができる。すなわち、投影HMD100Aの表示結果と非投影HMD100Bの表示結果との間に空間的ずれが生じにくい。結果として、第1のユーザが操作する仮想情報を複数のユーザが鑑賞する場合でも、各ユーザが装着するHMDが表示するオブジェクトの角度、位置及び大きさのずれが少ない。

【0068】

なお、重畳パラメータ生成部122は、投影対象物(机など)に投影されたマーカに対する撮影部101の角度及び距離(入力装置200が投影するマーカ画像の光軸と現実風景内の投影対象面との角度及び距離)(ステップS206)をもとに重畳パラメータを生成することとしてもよい。

【0069】

<第3の処理>

[第3の処理の概要]

マーカが投影された投影対象物が何であるか、どこであるかを問わず仮想情報を表示すると、図12に示すように、次のような表示形態が生じるおそれがある。

・マーカが机10の隅に投影された場合、仮想情報が部分的に机10からはみ出して空中に浮いているかのように表示される(図中A)。

・マーカがパーティション11に投影された場合、マーカの投影位置近傍に椅子12、机10など別の物体が存在すると、仮想情報が部分的に当該物体上に表示される(図中B)

・比較的面積が小さいパーティション11にマーカを投影しようとして、マーカがパーティション11を外れて遠くに位置する壁13に投影されると、仮想情報が遠くに位置する壁13に表示される(図中C)。

・ユーザにとって近すぎる位置にマーカが投影される場合、表示部102がハードウェア性能的にうまく結像できない場所に仮想情報が表示される(図中D)。

以上のような状態では、ユーザが違和感や不快感を覚えたり、肉体的苦痛(眼精疲労など)を感じるおそれがある。

【0070】

以上のような事情に鑑み、本技術の第3の処理では、マーカに基づいて仮想情報を表示

10

20

30

40

50

するとユーザにとって違和感等が生じるおそれがある場合、ユーザにとって違和感等が生じる可能性の少ない形態で仮想情報を表示する。具体的には、現実空間に仮想情報を重畳して表示させたときにその内容が自然法則に反するかどうか及び／又は要求される視覚品質上の条件を満足するかどうかを予め決められたルールに従って判定し、反する場合に仮想情報の表示を無効化する。

【 0 0 7 1 】

[第 3 の処理を実行するための H M D の機能的な構成]

図 1 3 は、第 3 の処理を実行するための H M D 1 0 0 の機能的な構成を示すブロック図である。

H M D 1 0 0 は、撮影部 1 0 1、マーカ検出部 1 2 1、重畳パラメータ生成部 1 2 2、マーカ位置判断部 1 2 6、変換行列算出部 1 2 3、画像データ生成部 1 2 4 及び表示部 1 0 2 を有する。

【 0 0 7 2 】

マーカ位置判断部 1 2 6 は、マーカ検出部 1 2 1 が検出したマーカの、現実空間に対する空間的な位置関係（第 3 の位置関係）を判断し、判断結果を重畳パラメータ生成部 1 2 2 に供給する。

【 0 0 7 3 】

[H M D による第 3 の処理の動作]

図 1 4 は、H M D 1 0 0 による第 3 の処理の動作を示すフローチャートである。

C P U 1 0 3 が所定の初期化処理を行うと（ステップ S 3 0 1）、撮影部 1 0 1 は現実画像データを取得する（ステップ S 3 0 2）。撮影部 1 0 1 は、取得した現実画像データをマーカ検出部 1 2 1 及びマーカ位置判断部 1 2 6 に供給する。マーカ検出部 1 2 1 は、ステップ S 1 0 7 と同様にマーカを検出し（ステップ S 3 0 3 で Y e s）、検出結果を重畳パラメータ生成部 1 2 2 及びマーカ位置判断部 1 2 6 に供給する。そして、ステップ S 1 0 8 ~ S 1 1 0 と同様に、一致度判断（ステップ S 3 0 4）、第 1 の重畳パラメータの計算及び補正（ステップ S 3 0 5、S 3 0 6）が行われる。

【 0 0 7 4 】

マーカ位置判断部 1 2 6 は、撮影部 1 0 1 から取得した現実画像データとマーカ検出部 1 2 1 が検出したマーカをもとに、現実空間に対するマーカの空間的な位置関係を判断し、判断結果を重畳パラメータ生成部 1 2 2 に供給する。重畳パラメータ生成部 1 2 2（第 2 の仮想情報表示制御部）は、マーカ位置判断部 1 2 6 から取得した判断結果が、所定の位置関係が成立するものである場合には（ステップ S 3 0 7 で Y e s）、生成（ステップ S 3 0 5、S 3 0 6）した第 1 の重畳パラメータを変換行列算出部 1 2 3 に供給しない。その結果、この第 1 の重畳パラメータによる表示処理が行われないこととなる。一方、重畳パラメータ生成部 1 2 2 は、所定の位置関係が成立しない場合には（ステップ S 3 0 7 で N o）、生成（ステップ S 3 0 5、S 3 0 6）した第 1 の重畳パラメータを変換行列算出部 1 2 3 に供給する。

【 0 0 7 5 】

この「所定の位置関係」とは、現実空間に仮想情報を重畳して表示させたときにその内容が自然法則に反する及び／又は要求される視覚品質上の条件を満足しない位置関係である。「自然法則に反する及び／又は要求される視覚品質上の条件を満足しない位置関係」とは、現実空間に仮想情報を重畳して表示するとユーザが違和感や不快感を覚えたり、肉体的苦痛（眼精疲労など）を感じるおそれがある位置関係である。「自然法則に反する及び／又は要求される視覚品質上の条件を満足しない位置関係」として、具体的には、上記図 1 2 に示すように、以下の位置関係が挙げられる。

- ・マーカが投影された対象物（机や壁など、以下「投影対象物」と呼ぶ。）の輪郭とマーカとの最短距離が所定値未満である（図 1 2 の A）。又は、マーカの少なくとも一部が投影対象物の輪郭に重なる。

- ・マーカから所定距離以内に柱、椅子、机など別の物体が存在する（図 1 2 の B）。

- ・マーカと撮影部 1 0 1 との距離が所定値以上である（マーカが遠すぎる）（図 1 2 の C

10

20

30

40

50

)。
 ・マーカと撮影部 1 0 1 との距離が所定値未満である (マーカが近すぎる) (図 1 2 の D)。

【 0 0 7 6 】

図 1 4 に戻って、変換行列算出部 1 2 3 は、第 1 の重畳パラメータを取得すると (ステップ S 3 0 7 で N o)、ステップ S 1 1 1 ~ S 1 1 3 と同様に、座標変換行列の生成 (ステップ S 3 0 8)、オブジェクト画像データの算出及び表示 (ステップ S 3 0 9、S 3 1 0) が行われる。H M D 1 0 0 を装着したユーザが複数いる場合、H M D 1 0 0 は、自機器 I D 及び重畳パラメータを他の H M D 1 0 0 に送信する (ステップ S 3 1 1)。

【 0 0 7 7 】

なお、ステップ S 3 0 7 の判断結果が所定の位置関係が成立するというものである場合 (ステップ S 3 0 7 で Y e s)、画像データ生成部 1 2 4 (第 2 の仮想情報表示制御部) により以下の処理を行ってもよい。

- ・図 1 5 に示すように、表示中の仮想情報を消す。
- ・加えて、図 1 5 に示すように、仮想情報を縮小又はアイコン化した画像データ I a、I b、I c、I d を生成し、視野内の安全領域 S に表示する。この「安全領域」とは、例えば、現実空間に存在する物体との干渉が生じにくい位置、表示部 1 0 2 が結像可能な範囲内での手前 (視野範囲中、下方) の位置、視野の妨げになりにくい視野範囲中の端部の位置などであればよい。

- ・マーカが投影された対象物 (机や壁など、以下「投影対象物」と呼ぶ。) の輪郭とマーカとの最短距離が所定値未満 (図 1 2 の A) 又はマーカの少なくとも一部が投影対象物の輪郭に重なる場合、以下の処理を行ってもよい。入力装置が任意の図形を投影できるレーザプロジェクタなどの装置である場合、投影されたマーカのサイズや形状を、表示される仮想情報のサイズや形状に対応するように変化させる。これにより、現実空間と仮想情報との干渉の可能性をユーザが直感的に把握しやすくなる。例えば、図 1 6 に示すように、既にマーカ M 1 が投影され仮想情報 I 1 が表示されている状況 (A) において、ユーザの入力操作によって仮想情報 I 1 の向きや姿勢が仮想情報 I 2 に変化するとする (仮想情報 I 1 が回転)。この場合、マーカ M 1 が回転した後のマーカ M 1 ' を、仮想情報 I 2 の大部分に重なるような形状のマーカ M 2 に変化させる (B)。これにより、マーカの少なくとも一部が投影対象物の輪郭に重なるかどうかを、ユーザが直感的に把握しやすくなる。

【 0 0 7 8 】

[第 3 の処理の効果]

以上、第 3 の処理によれば、次のような効果が期待できる。

1 . マーカに基づいて仮想情報を表示するとユーザにとって違和感、不快感及び肉体的苦痛 (眼精疲労など) 等が生じるおそれが生じる可能性がある場合、ユーザにとって違和感等が生じる可能性の少ない形態で仮想情報を表示することができる。

【 0 0 7 9 】

< 第 2 の実施形態 >

[第 2 の実施形態の概要]

第 2 の実施形態は、第 1 の実施形態の第 2 の処理にて行われた複数の H M D (投影 H M D、非投影 H M D) による仮想情報の表示を実現可能し、第 2 の処理の効果と同様の効果を達成可能とする。

【 0 0 8 0 】

図 1 7 は、本技術の第 2 の実施形態に係る情報処理システム 2 を示す模式図である。

本実施形態では、投影 H M D 1 0 0 A の重畳パラメータを、無線通信を用いて複数の非投影 H M D 1 0 0 B、1 0 0 C で共有する。そして、非投影 H M D 1 0 0 B、1 0 0 C は、投影 H M D 1 0 0 A の重畳パラメータを用いて、自 H M D 1 0 0 B、1 0 0 C の重畳パラメータを補正する。これにより、第 2 の実施形態によっても、1 人のユーザが操作する仮想情報を複数のユーザが鑑賞する場合、各ユーザが装着する H M D (投影 H M D、非投影 H M D) が表示するオブジェクトの角度、位置及び大きさのずれを少なくすることがで

10

20

30

40

50

きる。

【 0 0 8 1 】

[H M D のハードウェア構成]

図 1 8 は、第 2 の実施形態に係る H M D (投影 H M D 、非投影 H M D) 1 0 0 a のハードウェア構成を示すブロック図である。

H M D 1 0 0 a は、第 1 の実施形態の H M D 1 0 0 のハードウェア構成 (図 3) に加えて、第 4 の送受信器 1 1 1 を有する。

第 4 の送受信器 1 1 1 は、B l u e t o o t h (登録商標) 、赤外線などの近距離無線送受信器であり、他の H M D 1 0 0 a との情報のやり取りを行う。より具体的には、第 4 の送受信器 1 1 1 (送信部) は、投影 H M D 1 0 0 a の重畳パラメータを、非投影 H M D 1 0 0 a が共有するために非投影 H M D 1 0 0 a に対して送受信するなどの処理を行う。

10

【 0 0 8 2 】

[H M D による動作]

まず、(1) 投影 H M D 1 0 0 a の動作について説明し、次に、(2) 非投影 H M D 1 0 0 a の動作について説明する。

【 0 0 8 3 】

[(1) 投影 H M D による動作]

図 1 9 は、投影 H M D 1 0 0 a によるメイン動作を示すフローチャートである。

C P U 1 0 3 が所定の初期化処理を行うと (ステップ S 4 0 1) 、投影 H M D 1 0 0 a は、ステップ S 1 0 2 、ステップ S 1 0 7 ~ S 1 1 3 と同様に、現実画像データの取得 (ステップ S 4 0 2) 、マーカ検出 (ステップ S 4 0 3) 、マーカの一致度判断 (ステップ S 4 0 4) 、重畳パラメータの計算及び補正 (ステップ S 4 0 5 、S 4 0 6) 、座標変換行列生成 (ステップ S 4 0 7) 、オブジェクト画像データの算出 (ステップ S 4 0 8) 、オブジェクト画像データの表示 (ステップ S 4 0 9) を行う。そして、投影 H M D 1 0 0 a は、自 H M D 1 0 0 a の機器 I D と、ステップ S 4 0 6 で得た重畳パラメータを、第 4 の送受信器 1 1 1 (送信部) を用いて他 H M D 1 0 0 a に送信する (ステップ S 4 1 0) 。これにより、投影 H M D 1 0 0 a の重畳パラメータが、非投影 H M D 1 0 0 a により共有される。

20

【 0 0 8 4 】

[(2) 非投影 H M D による動作]

図 2 0 は、非投影 H M D 1 0 0 a による、投影 H M D 1 0 0 a の重畳パラメータ取得の動作を示すフローチャートである。

30

C P U 1 0 3 が所定の初期化処理を行い (ステップ S 5 0 1) 、第 4 の送受信器 1 1 1 が、投影 H M D 1 0 0 a より送信 (ステップ S 4 1 0) された機器 I D 及び重畳パラメータを受信する (ステップ S 5 0 2 で Y e s) 。C P U 1 0 3 は、取得 (ステップ S 5 0 3) した機器 I D 及び重畳パラメータをメモリ 1 0 4 に格納する (ステップ S 5 0 4) 。

【 0 0 8 5 】

非投影 H M D 1 0 0 a によるメイン動作は、投影 H M D 1 0 0 a によるメイン動作 (ステップ S 4 0 1 ~ ステップ S 4 1 0) と同様であり、図 1 9 のフローチャートを参照して異なる点のみ説明する。ステップ S 4 0 6 において、非投影 H M D 1 0 0 a の重畳パラメータ生成部 1 2 2 (補正部) は、メモリ 1 0 4 に格納 (ステップ S 5 0 4) された投影 H M D 1 0 0 a の重畳パラメータをもとに重畳パラメータを補正する。

40

【 0 0 8 6 】

なお、非投影 H M D 1 0 0 a による、投影 H M D 1 0 0 a の重畳パラメータ取得の動作 (ステップ S 5 0 1 ~ ステップ S 5 0 4) は、メイン処理 (ステップ S 4 0 1 ~ ステップ S 4 1 0) に対して割り込み又はマルチスレッドで実行すればよい。また、動作開始時又は動作中にユーザの位置が大きく移動した場合、複数のユーザ全員が投影対象物の任意の位置にマーカを投影するキャリブレーションステップを行えばよい。

【 0 0 8 7 】

[第 2 の実施形態の効果]

50

以上、第2の実施形態によれば、次のような効果が期待できる。

1. 非投影HMDは、自HMDとマーカが投影された投影対象物（壁など）との角度及び距離をもとに算出した重畳パラメータを、投影HMDの重畳パラメータをもとに補正する。これにより、非投影HMDによる計算が正確性を保つことができ、すなわち、投影HMDの表示結果と非投影HMDの表示結果との間に空間的ずれが生じにくい。結果として、1人のユーザが操作する仮想情報を複数のユーザが鑑賞する場合でも、各ユーザが装着するHMDが表示するオブジェクトの位置、角度及び大きさのずれが少ない。

【0088】

<変形例1>

変形例1は、第1の実施形態の第2の処理にて行われた複数のHMD（投影HMD、非投影HMD）による仮想情報の表示を実現可能とし、第2の処理の効果と同様の効果を達成可能とする。

【0089】

図21は、変形例1に係る情報処理システム2aを示す模式図である。

仮想情報の表示対象である表示対象物T（壁、パーティションなど）に、実在する物理的なマーカMを付与する。複数のHMD100はそれぞれ、自HMDと、表示対象物Tが付与されたマーカMとの距離及び角度を算出する。

この方式によっても、各複数のHMDによる計算が正確性を保つことができ、すなわち、各複数のHMDの表示結果の間に時間的及び空間的ずれが生じにくい、という効果が期待できる。

【0090】

<変形例2>

図22は、変形例2に係る情報処理システム3を示す模式図である。図23は、変形例2に係る情報処理システム3のハードウェア構成を示すブロック図である。

情報処理システム3は、HMD100b、入力装置200及び携帯情報端末400を有する。上記各実施形態では、HMD100、100aに設けられたCPU103がメイン処理を実行した。これに対して、本変形例の情報処理システムは、HMD100bとは独立した携帯情報端末400がメイン処理を実行する。この携帯情報端末400として例えばスマートフォンや携帯型ゲーム機を採用することができる。

【0091】

HMD100bは、第1の実施形態のHMD100のハードウェア構成から第1の送受信器108及び第2の送受信器109を除き、第5の送受信器112をさらに有する。第5の送受信器112は、例えば、Bluetooth（登録商標）などの中・低速近距離無線送受信器であり、携帯情報端末400との情報のやり取りを行う。より具体的には、第5の送受信器112は、撮影部が取得した現実画像の画像入力信号を携帯情報端末400に送信するなどの処理を行う。

【0092】

入力装置200aは、第1の実施形態の入力装置200のハードウェア構成から第3の送受信器208を除き、第6の送受信器をさらに有する。第6の送受信器213は、Bluetooth（登録商標）、赤外線などの近距離無線送受信器であり、携帯情報端末400との情報のやり取りを行う。より具体的には、第6の送受信器213は、ユーザにより入力部に入力されたズーム操作などの操作入力信号を携帯情報端末400に送信するなどの処理を行う。

【0093】

HMD100bが第1の送受信器108を有さず、入力装置200aが第2の送受信器を有さないことから、HMD100bと入力装置200aとは直接情報のやり取りを行わず、HMD100bと入力装置200aとの情報のやり取りは携帯情報端末400を介して行われる。

【0094】

携帯情報端末400は、CPU401と、それぞれCPU401に接続されたメモリ4

10

20

30

40

50

02、表示部403、入力部404、第7の送受信器405、第8の送受信器406及び第9の送受信器408と、内部電源407とを有する。

CPU401は、メモリ402に格納されたプログラムに従って、上記各実施形態で述べた各機能部として各種処理を実行する。

第7の送受信器405は、例えば、Bluetooth(登録商標)などの中・低速近距離無線送受信器であり、HMD100bとの情報のやり取りを行う。より具体的には、第7の送受信器405は、HMD100bの表示部が表示すべき仮想情報の画像出力信号をHMD100bに送信するなどの処理を行う。

第8の送受信器406は、Bluetooth(登録商標)、赤外線などの近距離無線送受信器であり、入力装置200aとの情報のやり取りを行う。より具体的には、第8の送受信器406は、入力装置200aが投影するマーカとしての図形のパターンを変更するための変更信号を入力装置200aに送信するなどの処理を行う。

第9の送受信器408は、例えば、3G(3rd Generation)、WiMAX(Worldwide Interoperability for Microwave Access、登録商標)などの高速中距離無線送受信器又は高速遠距離無線送受信器であり、インターネットやLAN(Local Area Network)などのネットワークNに接続し、仮想情報として表示するコンテンツをダウンロードしたりする。

【0095】

なお、HMD100bの第5の送受信器112と携帯情報端末400の第7の送受信器405とは、それぞれ有線送受信器であってもよい。

【0096】

<変形例3>

図24は、変形例3に係る情報処理システム4を示す模式図である。

本変形例の情報処理システム4のハードウェア構成は、第1の実施形態の情報処理システム1のハードウェア構成(図3)と同様である。

上記実施形態では、HMDに設けられたCPUがメイン処理を実行した。これに対して、本変形例の情報処理システム4は、入力装置200としての携帯情報端末がメイン処理を実行する。この携帯情報端末として例えばスマートフォンや携帯型ゲーム機を採用することができる。

【0097】

HMD100の第1の送受信器108は、撮影部101が取得した現実画像の画像入力信号を入力装置(携帯情報端末)200に送信するなどの処理を行う。

【0098】

入力装置(携帯情報端末)200の第3の送受信器208は、HMD100の表示部102が表示すべき仮想情報の画像出力信号をHMD100に送信するなどの処理を行う。

入力装置(携帯情報端末)200のCPU212は、メモリ205に格納されたプログラムに従って、上記実施形態で述べた各機能部として各種処理を実行する。

【0099】

なお、表示部102及び撮影部101が1つの装置(HMD100)に搭載されている場合、重畳パラメータ補正(ステップS110)は、HMD100の位置と入力装置200の位置との関係をもとに行えばよい。

【0100】

<変形例4>

図25は、変形例4に係る情報処理システム5を示す模式図である。図26は、変形例4に係る情報処理システム5のハードウェア構成を示すブロック図である。

上記実施形態では、HMD100とは独立した入力装置200を用いてマーカ投影や仮想情報に対する入力操作を行った。これに対して本変形例では、入力装置を別途設けずに、HMD100cのみでマーカ投影や仮想情報に対する入力操作を含む全ての動作を実現する。

【0101】

HMD 100cは、第1の実施形態のHMD 100のハードウェア構成から第1の送受信器108を除き、CPU 103に接続された変調部113と、変調部113に接続された投影部114とをさらに有する。変調部113及び投影部114は、上記実施形態の入力装置200に設けられた変調部209及び投影部210の機能と同様の機能を有する。

ユーザは、HMD 100cを装着した状態で首を動かすことで、仮想情報に対して操作を行うことができる。例えば、ユーザが首を上下左右に向けてマーカの投影位置を移動すると、表示される仮想情報の表示位置を移動（ドラッグ）させることができる。

【0102】

<変形例5>

図27は、変形例5に係る情報処理システム6を示す模式図である。

10

情報処理システム6は、複数のHMD 100A、100B、100Cと、複数の入力装置200と、仮想情報として表示されるコンテンツのコンテンツデータを保持するサーバ装置500とを有する。

【0103】

投影HMD 100Aは、無線又は有線LAN (Local Area Network) を通じてサーバ装置500から、仮想情報として表示されるコンテンツのコンテンツデータを検索して取得する。投影HMD 100Aは、近距離無線送受信器（第4の送受信器111）を用いて、非投影HMD 100B、100Cにサーバ装置500から取得したコンテンツデータを供給する。これにより、投影HMD 100A及び非投影HMD 100B、100Cはそれぞれ同一のコンテンツを仮想情報として表示することができる。

20

【0104】

<変形例6>

図28は、変形例6に係る情報処理システム7を示す模式図である。

情報処理システムは、メイン処理装置600と、投影/撮影装置700と、1以上の表示装置800とを有する。

【0105】

メイン処理装置600は、投影すべきマークMの形状や現実空間S内の位置などを、近距離無線又は有線通信により投影/撮影装置700に命令する。また、メイン処理装置600は、現実画像データを投影/撮影装置700より取得し、取得した現実画像データをもとに仮想情報のオブジェクト画像データを算出する。メイン処理装置600は、算出したオブジェクト画像データを現実画像データに重畳して表示データを生成し、生成した表示データを無線通信により複数の表示装置800に供給する。

30

投影/撮影装置700は、マークMを現実空間Sに投影し、定点カメラにより現実空間Sを撮影して現実画像データを取得し、取得した現実画像データをメイン処理装置600に供給する。

表示装置800は、メイン処理装置600から取得した表示データを表示する。表示装置800は、例えば、HUD (Head-Up Display) である。HUDとして、具体的には、デジタルサイネージ（電子看板）、机上や車ダッシュボード上に載置され得る透明ディスプレイ、携帯情報端末のディスプレイなどを採用することができる。

【0106】

40

<変形例7>

図29は、変形例7に係る入力装置200bを示す斜視図である。

入力装置200bは、投影ボタン201、ホイール214、メニューボタン215、選択ボタン216を有し、ポインティングデバイスとしての機能を持つ。入力装置200bは、OS (Operating System) に対する以下のような入力操作処理を行う。

(1) 投影ボタン201が操作されると、投影窓204からマーカの投影が開始され、仮想情報としてのポインタが表示される。

(2) 仮想情報として表示されたアイコンやウィンドウ上に仮想情報としてのポインタが表示された環境において入力装置200b（ポインティングデバイス）を移動し、選択ボタン216をクリックすると、アイコンが選択されたり、ボタンがクリックされる。

50

・上記環境において、選択ボタン 216 をダブルクリックすると、オブジェクトが実行される。

・上記環境において、選択ボタン 216 を押しながら入力装置 200b を移動すると、オブジェクトが移動（ドラッグ）する。

・上記環境において、選択ボタン 216 を押しながら入力装置 200b を回転させると、オブジェクトが回転する。

・上記環境において、ホイール 214 を回転すると、オブジェクトが拡大／縮小したり、オブジェクトがスクロールされる。

（３）オブジェクトのドラッグ・回転操作後に選択ボタン 216 を離すと、仮想情報としてのオブジェクトは、現実空間との相対位置を保持して固定し表示され続ける。

（４）メニューボタン 215 を操作すると、サブメニューが表示される。

（５）マーカ投影中に投影ボタン 201 を押すとマーカの投影が終了する。マーカの投影が終了した後、その時点で表示されている仮想情報を一定期間表示し続けることとしても良い。

【0107】

<変形例 8>

マーカ投影及び重畳パラメータ演算停止後も仮想情報を表示し続ける場合（ステップ S106 で Yes）、画像データ生成部 124（第 1 の仮想情報表示制御部）は、仮想情報の表示をあらかじめ決められたイベントの発生により停止させればよい。この「あらかじめ決められたイベント」の例としては次のようなものが挙げられる

・入力装置 200 に対する操作が行われる。例えば、入力装置 200 に仮想情報オフボタン（図示せず）が設けられる場合、仮想情報オフボタンが押下される。

・マーカ投影停止後一定時間が経過する。

・撮影部 101（HMD 100）が一定距離以上移動する。

・撮影部 101（HMD 100）が一定角度以上回転移動する。

【0108】

<変形例 9>

図 5 は、変形例 9 に係る情報処理システム 8 を模式的に示すブロック図である。

情報処理システムは、HMD 100 と、入力装置 200 と、撮影部 901、表示部 902 及びメイン処理部 903 を有する情報処理装置 900（例えば、パーソナルコンピュータ（Personal Computer）、以下 PC と呼ぶ）とを有する。入力装置 200 は現実空間にマーカを投影可能である。撮影部 901 及び表示部 902 は PC 900 に接続又は搭載され、表示部 902 はディスプレイ（図 30 のディスプレイ 904）を有する。

【0109】

図 30 に示すように、ユーザ U は入力装置 200 を用いてディスプレイ 904 上にマーカ M1 を投影する。撮影部 901 は、入力装置 200 の投影窓を撮影する。メイン処理部 903 は、撮影された投影窓 204 の撮影部 901 に対する角度や距離などをもとにディスプレイ 904 上でのマーカ投影位置を算出する。表示部 902 は、ディスプレイ 904 に表示されたマーカ M に対して仮想情報 I1 を表示する。

続いて、図 31 に示すように、ユーザ U は入力装置 200 を移動してディスプレイ 904 上でマーカを移動させることで、仮想情報がディスプレイ 904 上で移動（ドラッグ）する。ユーザ U はさらに入力装置 200 を移動し、ディスプレイ 904 から離れて投影対象物（机など）910 上にマーカを移動させる（マーカ M2）。PC 900 のメイン処理部 903 は、マーカ M2 がディスプレイ 904 から離れて投影対象物 910 上に移動したことを無線通信により HMD 100 に通知する。

この通知を受けると、図 32 に示すように、HMD 100 は、投影対象物 910 上に投影されたマーカ M2 を撮影し、仮想情報 I2 を表示する。

【0110】

<変形例 10>

入力装置が投影するマーカの図形は既存のものを使用してもよい。具体的には、HMD

10

20

30

40

50

の撮影部が現実空間に存在するマーカを撮影する。あるいは、HMDは既存のマーカをネットワークを通じてダウンロードする。HMDは撮影又はダウンロードにより取得したマーカを無線通信により入力装置に供給する。ここで入力装置は、任意の図形を投影可能なレーザプロジェクタなどの装置である。入力装置は、HMDより取得したマーカを現実空間に投影する。

【0111】

<変形例11>

マーカ投影の光源として、可視領域外（赤外、紫外など）レーザを使用してもよい。これにより、HMDを装着しないユーザにマーカ及び仮想情報を視認させないようにすることができる。一方、HMDを装着するユーザは仮想情報を視認可能である。さらに、HMDの表示部に可視領域外（赤外、紫外など）レーザを視認可能とする処置を施すことにより、HMDを装着するユーザはマーカを視認可能としてもよい。

10

【0112】

<変形例12>

上記各実施形態では、ユーザが入力装置を用いて仮想情報に対して操作を行うことができるとしたが、HMDのCPUが予めメモリに記憶されたプログラムに従って仮想情報の位置や角度を変更してもよい。この場合、最初に仮想情報を表示する基準位置を、表示装置から投影されるマーカに基づき決定することとすればよい。

【0113】

<変形例13>

重畳パラメータの補正として以下のような手法を用いてもよい。ユーザが入力装置を自然に操作可能な領域は限定される（例えば、胸の前50cm四方）。一方、HMDに搭載された撮影部の場合、ユーザと撮影部の位置関係がある程度固定される。このため、撮影部と入力装置との位置関係もまた、ある程度固定される。これを利用し、撮影部によって撮影したマーカをもとに算出される仮想情報の第1の重畳パラメータを、ユーザにとってより自然に見える様に補正してもよい。この手法は、HMDが、撮影部に対する入力装置の位置・向きを検出することができない場合でも用いることができる。

20

【0114】

なお、本技術は以下のような構成も採ることができる。

（1）現実風景を撮影して現実画像を取得する撮影部と、

30

投影装置により前記現実風景に投影された図形の画像を前記現実画像から検出する図形検出部と、

前記現実風景の前記現実画像から特徴点をリアルタイムに検出する特徴点検出部と、

前記図形と前記撮影部との第1の位置関係をもとに、前記現実風景に仮想情報を重畳して表示部に表示させるために必要なパラメータを生成し、前記現実画像から前記図形が消失したとき、前記図形が最後に検出された時点での前記現実風景との第2の位置関係を保持しつつ前記仮想情報を表示し続けるように、前記特徴点検出部による検出結果をもとに前記パラメータを生成するパラメータ生成部と

を具備する情報処理装置。

（2）上記（1）に記載の情報処理装置であって、

40

前記特徴点検出部による検出結果をもとに生成された前記パラメータを用いた前記仮想情報の表示を、あらかじめ決められたイベントの発生により停止させる第1の仮想情報表示制御部

をさらに具備する情報処理装置。

（3）上記（1）又は（2）に記載の情報処理装置であって、

前記投影装置が投影する画像の光軸と前記現実風景内の投影対象面との角度を取得する角度取得部と、

前記投影対象面に前記投影装置より投影された図形が、あらかじめ決められた基準形状となるように、前記取得した角度をもとに前記投影装置により投影される図形に対して変形を付与する変形付与部

50

をさらに具備する情報処理装置。

(4) 上記(1)から(3)のいずれか1つに記載の情報処理装置であって、
前記パラメータ生成部は、変形が付与された図形と前記撮影部との第1の位置関係をもとに、前記パラメータを生成する
情報処理装置。

(5) 上記(1)から(4)のいずれか1つに記載の情報処理装置であって、
前記現実風景に前記仮想情報を重畳して表示させたときにその内容が自然法則に反するかどうか及び/又は要求される視覚品質上の条件を満足するかどうかを予め決められたルールに従って判定し、反する及び/又は満足しない場合に、前記仮想情報の表示を無効化する第2の仮想情報表示制御部

10

をさらに具備する情報処理装置。

(6) 上記(1)から(5)のいずれか1つに記載の情報処理装置であって、
前記現実風景に前記仮想情報を重畳して表示させたときにその内容が自然法則に反するかどうか及び/又は要求される視覚品質上の条件を満足するかどうかを予め決められたルールに従って判定し、反する及び/又は満足しない場合に、自然法則及び/又は視覚品質上の条件を満足するように、仮想情報の表示位置を変更する第2の仮想情報表示制御部

をさらに具備する情報処理装置。

(7) 上記(1)から(6)のいずれか1つに記載の情報処理装置であって、
前記表示部

をさらに具備する情報処理装置。

20

(8) 上記(1)から(7)のいずれか1つに記載の情報処理装置であって、
前記投影装置

をさらに具備する情報処理装置。

(9) 第1の現実風景を撮影して第1の現実画像を取得する第1の撮影部と、
投影装置により前記現実風景に投影された図形の画像を前記第1の現実画像から検出する第1の図形検出部と、

前記現実風景の前記第1の現実画像から特徴点をリアルタイムに検出する特徴点検出部と、

前記図形と前記第1の撮影部との第1の位置関係をもとに、前記現実風景に仮想情報を重畳して第1の表示部に表示させるために必要な第1のパラメータを生成し、前記第1の現実画像から前記図形が消失したとき、前記図形が最後に検出された時点での前記現実風景との第2の位置関係を保持しつつ前記仮想情報を表示し続けるように、前記特徴点検出部による検出結果をもとに前記第1のパラメータを生成する第1のパラメータ生成部と、

30

前記投影装置が投影する画像の光軸と前記現実風景内の投影対象面との角度を取得する角度取得部と、

前記投影対象面に前記投影装置より投影された図形が、あらかじめ決められた基準形状となるように、前記取得した角度をもとに前記投影装置により投影される図形に対して変形を付与する変形付与部とを有し、

前記第1のパラメータ生成部は、変形が付与された図形と前記第1の撮影部との第1の位置関係をもとに、前記パラメータを生成する

40

第1の情報処理装置と、

前記第1の現実風景を撮影して第2の現実画像を取得する第2の撮影部と、

前記投影装置により前記第1の現実風景に投影された前記変形が付与された図形の画像を前記第2の現実画像から検出する第2の図形検出部と、

前記変形が付与された図形と前記第2の撮影部との第3の位置関係をもとに、前記現実風景に仮想情報を重畳して第2の表示部に表示させるために必要な第2のパラメータを生成する第2のパラメータ生成部と

を有する第2の情報処理装置と

を具備する情報処理システム。

(10) 第1の現実風景を撮影して第1の現実画像を取得する第1の撮影部と、

50

投影装置により前記現実風景に投影された図形の画像を前記第 1 の現実画像から検出する第 1 の図形検出部と、

前記現実風景の前記第 1 の現実画像から特徴点をリアルタイムに検出する特徴点検出部と、

前記図形と前記第 1 の撮影部との第 1 の位置関係をもとに、前記現実風景に仮想情報を重畳して第 1 の表示部に表示させるために必要な第 1 のパラメータを生成し、前記第 1 の現実画像から前記図形が消失したとき、前記図形が最後に検出された時点での前記現実風景との第 2 の位置関係を保持しつつ前記仮想情報を表示し続けるように、前記特徴点検出部による検出結果をもとに前記第 1 のパラメータを生成する第 1 のパラメータ生成部と、

前記投影装置が投影する画像の光軸と前記現実風景内の投影対象面との角度を取得する角度取得部と、

前記第 1 のパラメータを第 2 の情報処理装置に送信する送信部と

を有する第 1 の情報処理装置と、

前記第 1 の現実風景を撮影して第 2 の現実画像を取得する第 2 の撮影部と、

前記投影装置により前記第 1 の現実風景に投影された前記図形の画像を前記第 2 の現実画像から検出する第 2 の図形検出部と、

前記図形と前記第 2 の撮影部との第 3 の位置関係をもとに、前記現実風景に仮想情報を重畳して第 2 の表示部に表示させるために必要な第 2 のパラメータを生成する第 2 のパラメータ生成部と、

前記第 1 の情報処理装置より前記第 1 のパラメータを受信し、この受信した第 1 のパラメータを用いて前記第 2 のパラメータを補正する補正部と

を有する第 2 の情報処理装置と

を具備する情報処理システム。

(1 1) 撮影部により、現実風景を撮影して現実画像を取得し、

図形検出部により、投影装置により前記現実風景に投影された図形の画像を前記現実画像から検出し、

特徴点検出部により、前記現実風景の前記現実画像から特徴点をリアルタイムに検出し、

パラメータ生成部により、前記図形と前記撮影部との第 1 の位置関係をもとに、前記現実風景に仮想情報を重畳して表示部に表示させるために必要なパラメータを生成し、前記現実画像から前記図形が消失したとき、前記図形が最後に検出された時点での前記現実風景との第 2 の位置関係を保持しつつ前記仮想情報を表示し続けるように、前記特徴点検出部による検出結果をもとに前記パラメータを生成する

情報処理方法。

【符号の説明】

【 0 1 1 5 】

1 0 0 ... H M D

1 0 1 ... 撮影部

1 0 2 ... 表示部

1 2 0 ... 三次元構造推定部

1 2 1 ... マーカ検出部

1 2 2 ... 重畳パラメータ生成部

1 2 4 ... 画像データ生成部

2 0 0 ... 入力装置

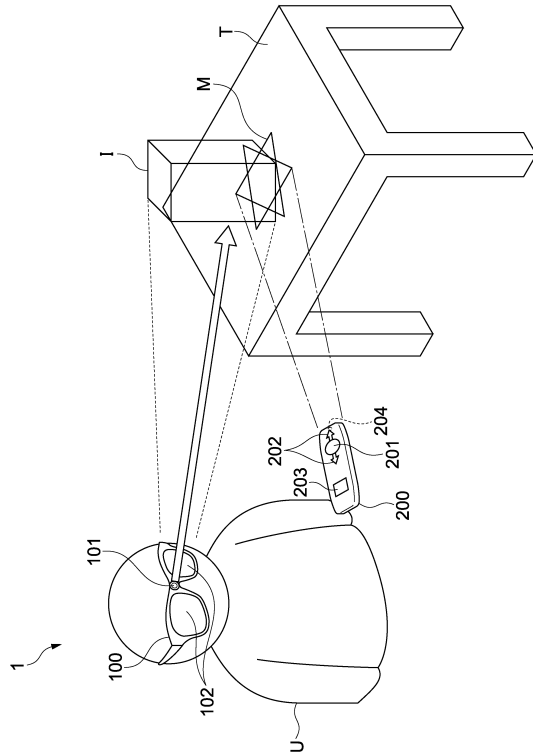
10

20

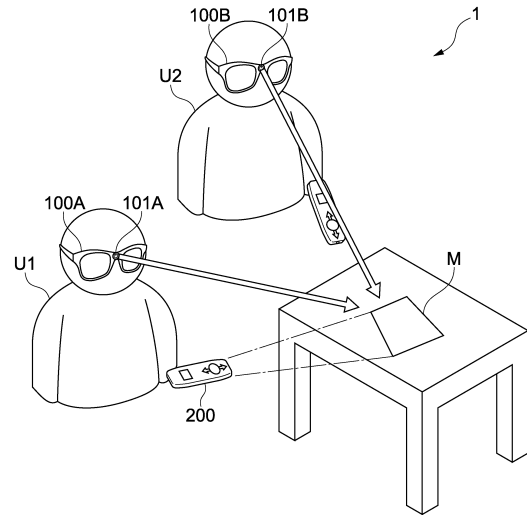
30

40

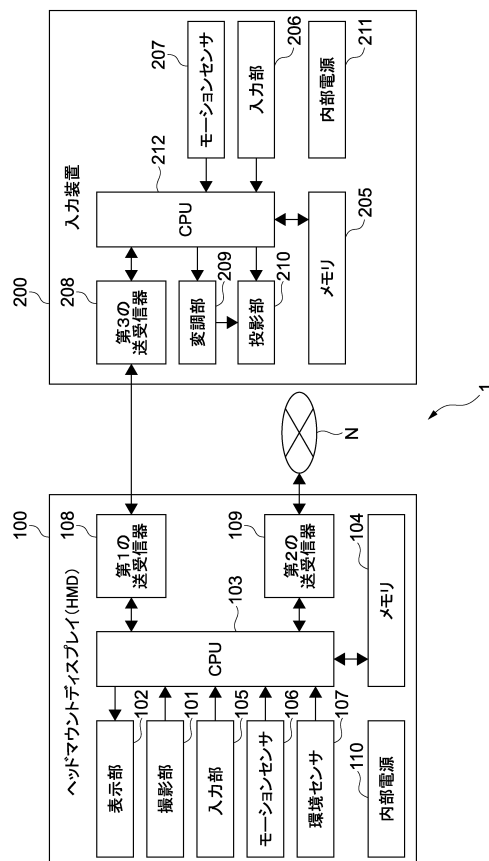
【図 1】



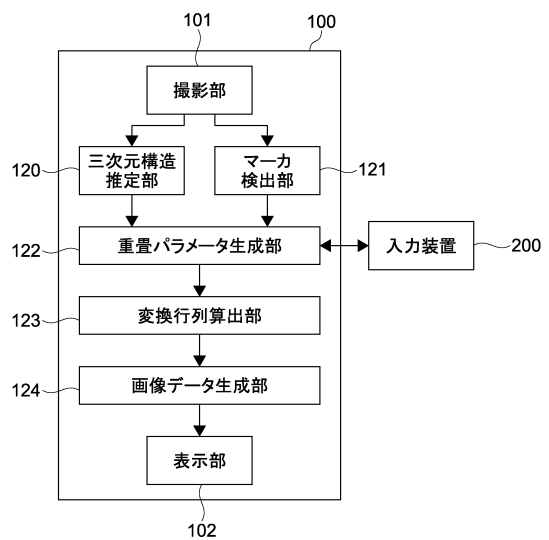
【図 2】



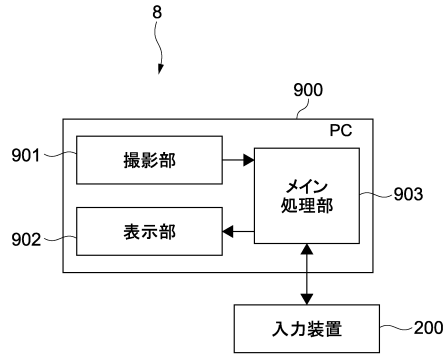
【図 3】



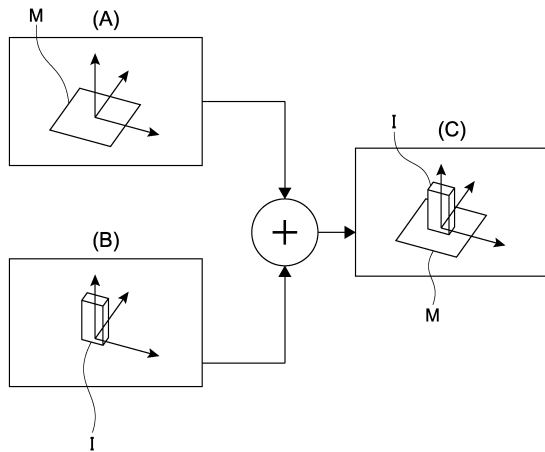
【図 4】



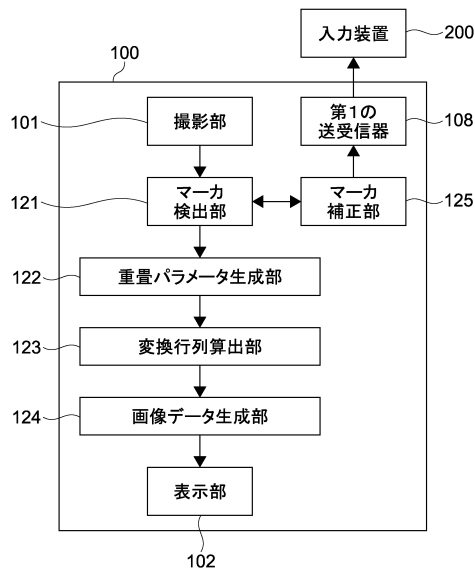
【図 5】



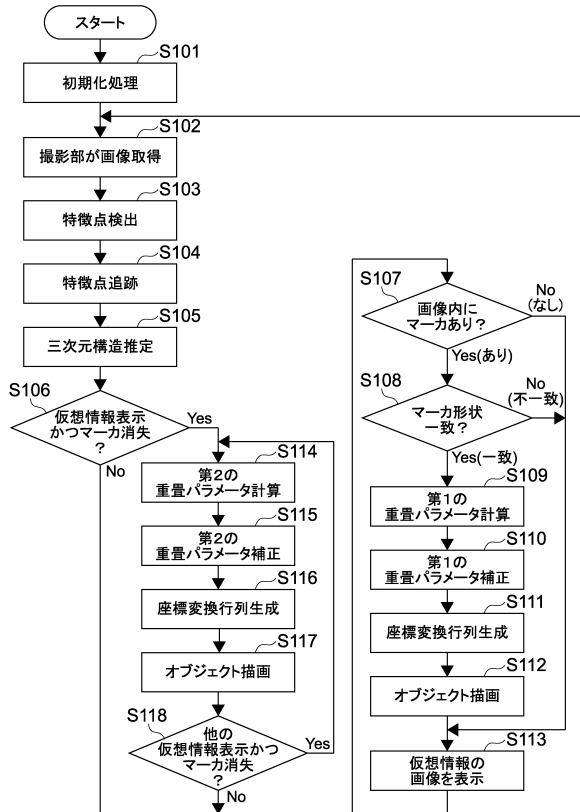
【図 6】



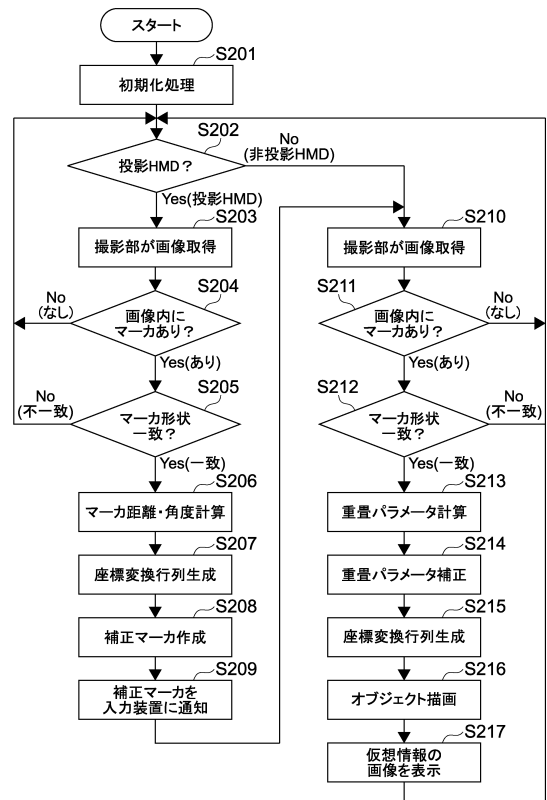
【図 9】



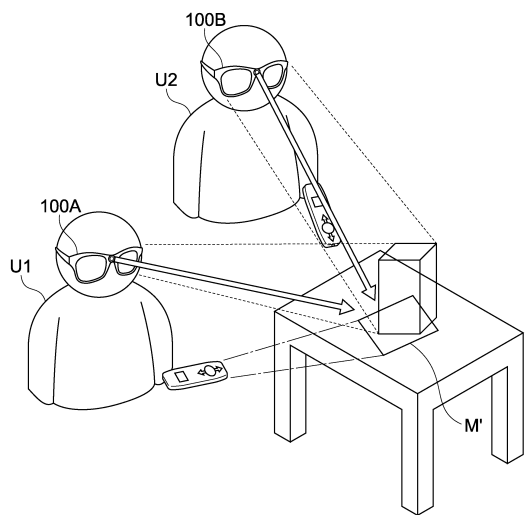
【図 7】



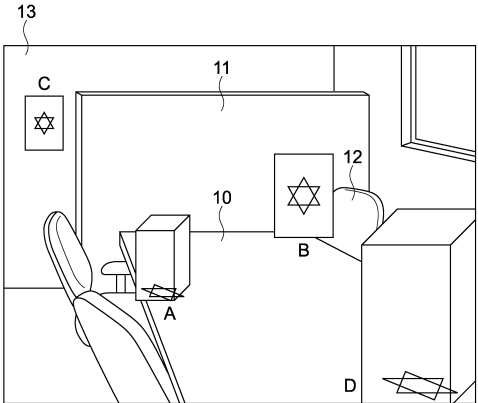
【図 10】



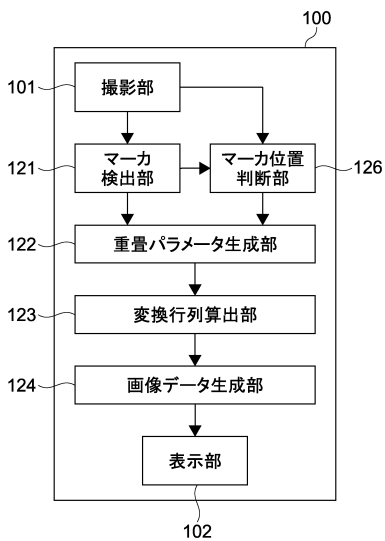
【図 1 1】



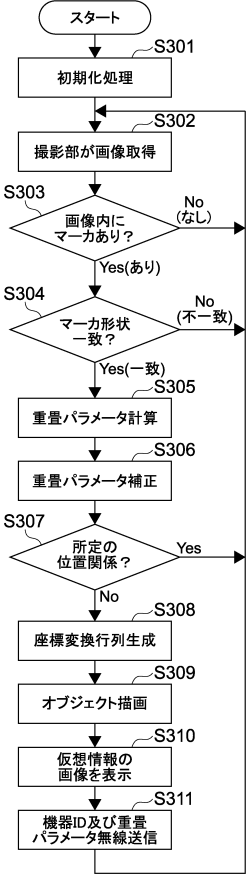
【図 1 2】



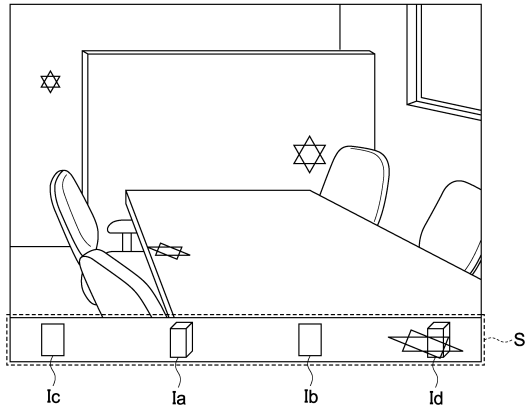
【図 1 3】



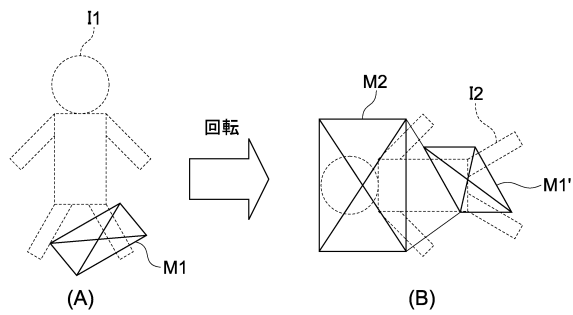
【図 1 4】



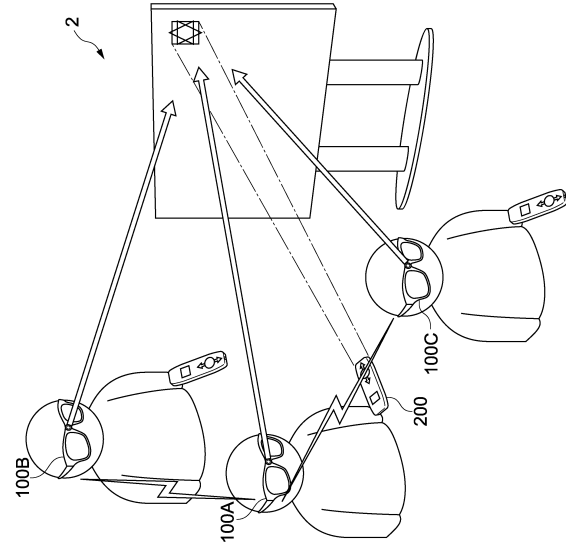
【図15】



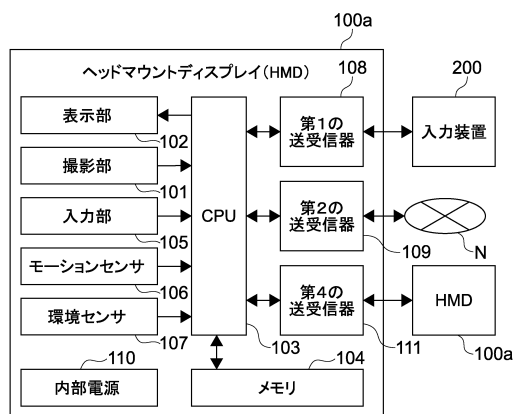
【図16】



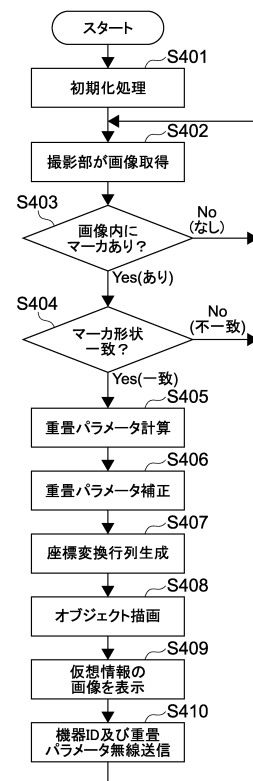
【図17】



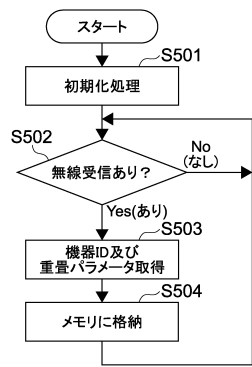
【図18】



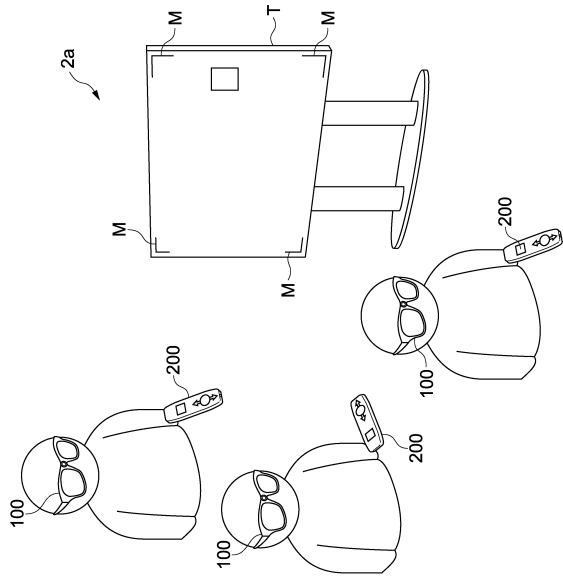
【図19】



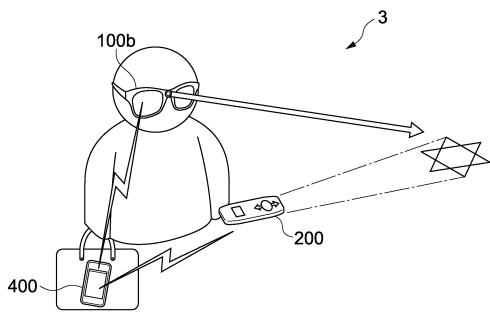
【図 20】



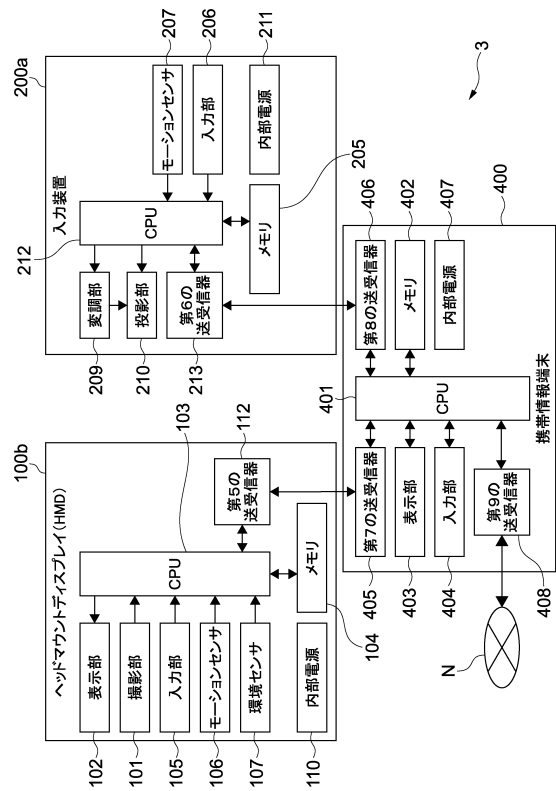
【図 21】



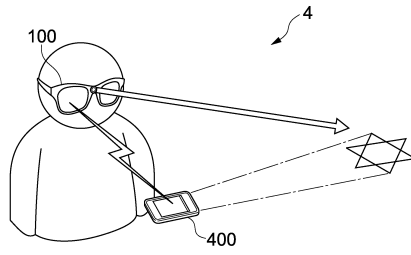
【図 22】



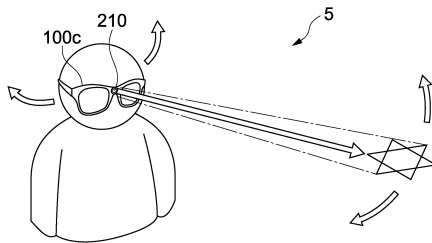
【図 23】



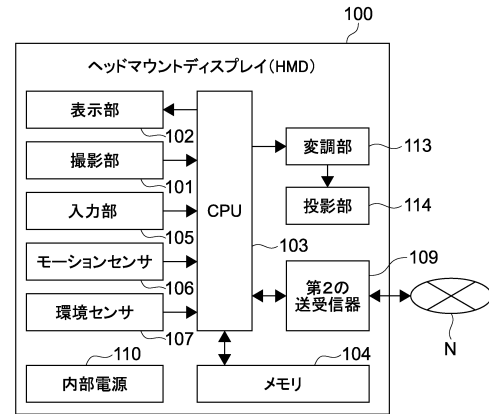
【図 24】



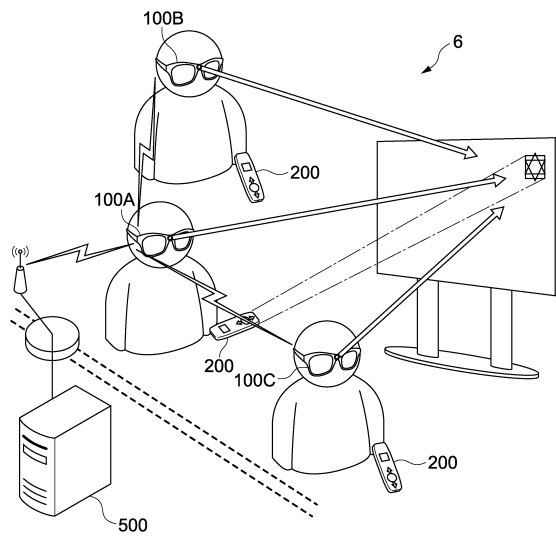
【図 25】



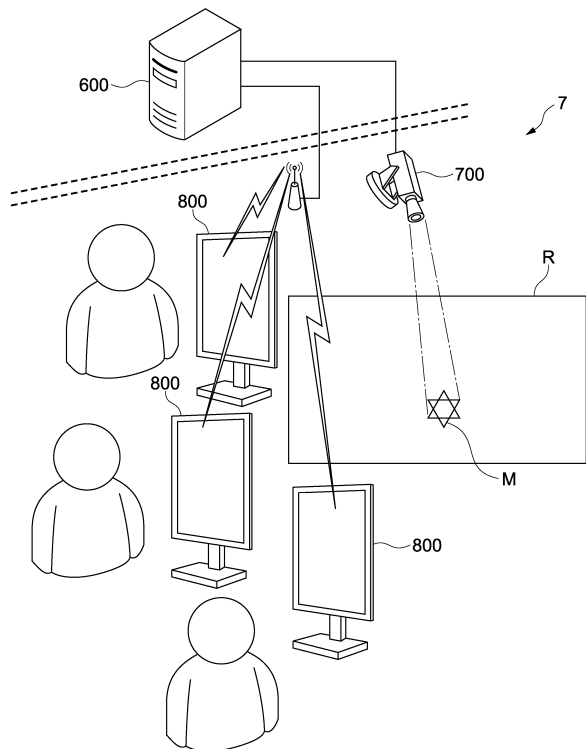
【図 26】



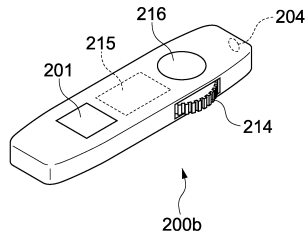
【図 27】



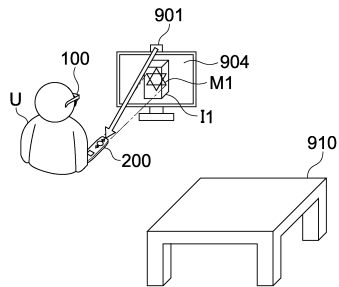
【図 28】



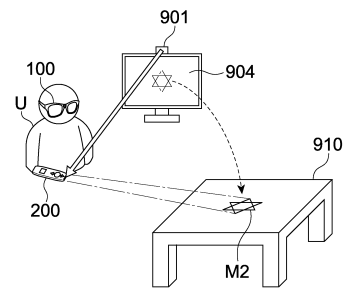
【図 29】



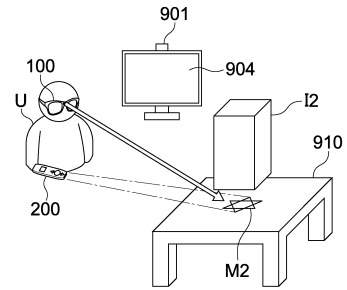
【図 30】



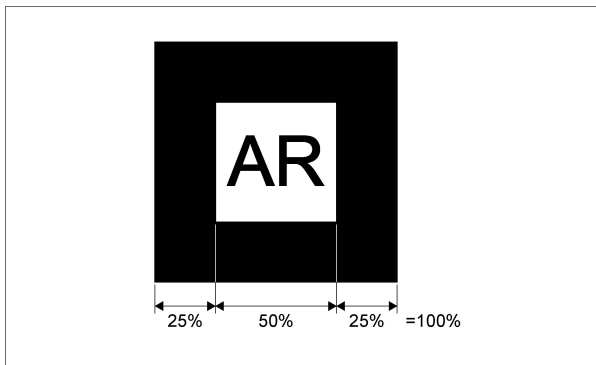
【図 31】



【図 32】



【図 8】



フロントページの続き

- (72)発明者 後藤 哲郎
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 上野 正俊
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 樺澤 憲一
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 中川 俊之
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 川上 大介
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 栗屋 志伸
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 塚原 翼
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 菅野 尚子
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 村松 貴士

- (56)参考文献 特開2006-099188(JP, A)
特開2001-126051(JP, A)
特開2010-231459(JP, A)
特開2009-225432(JP, A)
特開2004-062758(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 6 T 1 9 / 0 0

G 0 6 F 3 / 0 4 8 - 3 / 0 4 8 9