

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7207915号  
(P7207915)

(45)発行日 令和5年1月18日(2023.1.18)

(24)登録日 令和5年1月10日(2023.1.10)

(51)国際特許分類		F I			
G 0 6 F	3/04842(2022.01)	G 0 6 F	3/04842		
G 0 6 F	3/01 (2006.01)	G 0 6 F	3/01	5 1 0	
H 0 4 N	5/74 (2006.01)	H 0 4 N	5/74		Z

請求項の数 9 (全12頁)

(21)出願番号	特願2018-170899(P2018-170899)	(73)特許権者	399105715 株式会社インフォマティクス 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地
(22)出願日	平成30年9月12日(2018.9.12)	(73)特許権者	303056368 東急建設株式会社 東京都渋谷区渋谷一丁目16番14号
(65)公開番号	特開2020-42667(P2020-42667A)	(74)代理人	110001151 あいわ弁理士法人
(43)公開日	令和2年3月19日(2020.3.19)	(72)発明者	金野 幸治 神奈川県川崎市幸区大宮町1310 株 式会社インフォマティクス内
審査請求日	令和1年9月11日(2019.9.11)	(72)発明者	大見川 匡人 神奈川県川崎市幸区大宮町1310 株 式会社インフォマティクス内
審査番号	不服2022-73(P2022-73/J1)	(72)発明者	橋口 達也
審査請求日	令和4年1月4日(2022.1.4)		
(31)優先権主張番号	特願2018-169390(P2018-169390)		
(32)優先日	平成30年9月11日(2018.9.11)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
特許法第30条第2項適用	1 平成30年6月19日, 日本マイクロソフト株式会社主催セミナーにて発表		
	2 平成30年6月19日~21日, 東京ビッグサイトにて発表		
	3 平成30年7月4日, 空間情報シンポジ		
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 投影システム、投影方法及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

建設図面を構造物表面に実寸投影する投影システムであって、  
 空間認識装置と、投影装置とを含み、  
前記空間認識装置及び前記投影装置の相対位置及び相対姿勢は固定であり、  
 前記空間認識装置は、ヘッドマウントディスプレイ、前記ヘッドマウントディスプレイの視野周辺の画像を捉えるカメラ又は前記視野周辺の物体までの距離を測定する深度センサ、及び自己の姿勢変化を取得する慣性センサを有し、  
 前記カメラ又は前記深度センサから取得される情報に基づいて、現実空間における前記投影システムの現在位置を示す位置情報を取得する位置取得部と、  
前記慣性センサから取得される情報に基づいて、前記現実空間における前記投影システムの現在の姿勢を示す姿勢情報を取得する姿勢取得部と、  
 前記位置情報及び前記姿勢情報を送信する送信部と、を有し、  
 前記投影装置は、  
 前記構造物にかかる3次元モデルのモデル情報を記憶するモデル記憶部と、  
 前記位置情報及び前記姿勢情報を受信する位置姿勢情報受信部と、  
 前記空間認識装置と前記投影装置との位置関係情報、モデル空間と前記現実空間とのマッピング情報を取得するとともに、前記構造物表面に投影面を設定する制御部と、  
 前記位置情報及び前記位置関係情報より算出される視点と、前記姿勢情報及び前記位置関係情報より算出される視線と、前記投影面と、に基づいて前記3次元モデルの平行投影

画像である前記建設図面を生成し、

この際、前記視点、前記視線及び前記投影面と、前記3次元モデルと、の間においては前記マッピング情報に基づく座標変換が行われる投影画像生成部と、

前記建設図面を前記投影面に実寸投影する投影部と、を有することを特徴とする投影システム。

【請求項2】

前記投影装置は、前記投影面に対し略垂直に前記図面を投影するよう姿勢制御される請求項1記載の投影システム。

【請求項3】

前記投影システムの移動に応じて前記建設図面の投影領域が変化するとき、前記構造物表面における前記建設図面の投影位置及びスケールは維持される

10

請求項1記載の投影システム。

【請求項4】

前記投影システムと前記投影面との距離が変化するとき、前記構造物表面における前記建設図面の投影位置及びスケールは維持しつつ、前記建設図面の投影可能範囲が変化する請求項1記載の投影システム。

【請求項5】

空間認識装置と、投影装置とを使用して建設図面を構造物表面に実寸投影する投影方法であって、

前記空間認識装置及び前記投影装置の相対位置及び相対姿勢は固定であり、

20

前記空間認識装置は、ヘッドマウントディスプレイ、前記ヘッドマウントディスプレイの視野周辺の画像を捉えるカメラ又は前記視野周辺の物体までの距離を測定する深度センサ、及び自己の姿勢変化を取得する慣性センサを有し、

前記カメラ又は前記深度センサから取得される情報に基づいて、現実空間における前記空間認識装置及び前記投影装置の現在位置を示す位置情報を取得するステップと、

前記慣性センサから取得される情報に基づいて、前記現実空間における前記空間認識装置及び前記投影装置の現在の姿勢を示す姿勢情報を取得するステップと、

前記空間認識装置と前記投影装置との位置関係情報を取得するステップと、

モデル空間と前記現実空間とのマッピング情報を取得するステップと、

前記構造物表面に投影面を設定するステップと、

30

前記位置情報及び前記位置関係情報より算出される視点と、前記姿勢情報及び前記位置関係情報より算出される視線と、前記投影面と、に基づいて3次元モデルの平行投影画像である前記建設図面を生成し、

この際、前記視点、前記視線及び前記投影面と、前記3次元モデルと、の間においては前記マッピング情報に基づく座標変換が行われるステップと、

前記建設図面を前記投影面に実寸投影するステップと、を有することを特徴とする投影方法。

【請求項6】

前記投影装置の姿勢を、前記投影面に対し略垂直に前記図面を投影するよう制御するステップをさらに有する

40

請求項5記載の投影方法。

【請求項7】

前記空間認識装置及び前記投影装置を移動させることにより、前記建設図面の投影領域を変化させるステップをさらに有し、

この際、前記構造物表面における前記建設図面の投影位置及びスケールは維持される

請求項5記載の投影方法。

【請求項8】

前記空間認識装置及び前記投影装置と、前記投影面と、の距離を変化させるステップをさらに有し、

この際、前記構造物表面における前記建設図面の投影位置及びスケールは維持しつつ、

50

前記建設図面の投影可能範囲が変化する請求項 5 記載の投影方法。

【請求項 9】

コンピュータに請求項 5 記載の方法を実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は投影システム、投影方法及びプログラムに関し、特に投影システムの設置位置及び姿勢にかかわらず、現実空間の所定の位置に情報を投影する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、建設現場では紙の図面と現場の状況とを照らし合わせながら、墨出し、完成チェック及び点検などの工程を実施していた。近年、設計現場では 3DCAD を用いることが一般化しているが、施工現場においては今でもなお 3DCAD から出力した紙の図面が多く使用されている。

【0003】

紙図面を参照し、縮尺計算を行いながら、実測や確認等の作業を実施することは煩雑であり、非常に多くの工程を要する。また、間違いも生じやすい。そこで近年では、3DCAD で作成されたモデルや当該モデルから作成される投影図を、ディスプレイに表示したりプロジェクタで投影したりすることにより、紙図面のデメリットを解消する試みがなされている。

【0004】

例えば特許文献 1 には、メガネ型ウェアラブル端末に木材の組立図を表示し、施工現場で参照可能としたシステムが記載されている。非特許文献 1 には、3次元 CAD で作成された設計データをレーザープロジェクタにより施工現場の床や壁や天井などに描画するシステムが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開 2016 - 177473 号公報

【非特許文献】

【0006】

【文献】家入 龍太、“BIM を施工に！原寸図面を現場に映すレーザープロジェクター”、[online]、平成 22 年 9 月 22 日、日経 xTECH、[平成 30 年 7 月 12 日検索]、インターネット<URL: <http://tech.nikkeibp.co.jp/kn/article/it/column/20100917/543378/>>

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献 1 記載のシステムは、眼鏡型のウェアラブルデバイスに単に図面を表示するというものである。図面が現実空間にマッピングされるわけではないので、図面中の要素の位置や縮尺等を人が解釈しなければならない。また、作業現場でウェアラブル端末を装着することが必要であるため、安全性の懸念が生じうる。さらに、ウェアラブル端末の装着者のみが画像を見ることが可能であり、複数人が同時に画像を見て作業を行うことができないという課題がある。

【0008】

一方、非特許文献 1 記載のシステムは、施工現場の床や壁や天井などに図面を原寸で描画する。またウェアラブル端末を要せず、複数人で同時に図面を見ることができる。しかしながら、通常このようなシステムにおいては、プロジェクタを特定の位置に固定的に設置した上で、画像投影のキャリブレーションを行う工程が必要である。すなわち設置に手

10

20

30

40

50

間がかかる。また、壁などの構造物や障害物が入り組んだ見通しの悪い現場では、固定されたプロジェクタから到達可能な投影面がきわめて限定されることがある。よって建設現場では使用しにくいという課題がある。さらに、プロジェクタから遠方の投影面に投影する場合は、投影面の不陸などによる誤差が大きくなるという課題がある。加えて、レーザープロジェクタはベクタ投影方式であるため、投影できる線の量に限界があり、設計図面等には不向きであるという課題がある。

【0009】

本発明はこのような問題点を解決するためになされたものであり、投影システムの設置位置及び姿勢にかかわらず、現実空間の所定の位置に情報を投影することが可能な投影システム、投影方法及び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】

【0010】

本発明の一実施の形態にかかる投影システムは、建設図面を構造物表面に実寸投影する投影システムであって、空間認識装置と、投影装置とを含み、前記空間認識装置及び前記投影装置の相対位置及び相対姿勢は固定であり、前記空間認識装置は、ヘッドマウントディスプレイ、前記ヘッドマウントディスプレイの視野周辺の画像を捉えるカメラ又は前記視野周辺の物体までの距離を測定する深度センサ、及び自己の姿勢変化を取得する慣性センサを有し、前記カメラ又は前記深度センサから取得される情報に基づいて、現実空間における前記投影システムの現在位置を示す位置情報を取得する位置取得部と、前記慣性センサから取得される情報に基づいて、前記現実空間における前記投影システムの現在の姿勢を示す姿勢情報を取得する姿勢取得部と、前記位置情報及び前記姿勢情報を送信する送信部と、を有する。

本発明の一実施の形態にかかる投影システムにおいて、前記投影装置は、前記構造物にかかる3次元モデルのモデル情報を記憶するモデル記憶部と、前記位置情報及び前記姿勢情報を受信する位置姿勢情報受信部と、前記空間認識装置と前記投影装置との位置関係情報、モデル空間と前記現実空間とのマッピング情報を取得するとともに、前記構造物表面に投影面を設定する制御部と、前記位置情報及び前記位置関係情報より算出される視点と、前記姿勢情報及び前記位置関係情報より算出される視線と、前記投影面と、に基づいて前記3次元モデルの平行投影画像である前記建設図面を生成し、この際、前記視点、前記視線及び前記投影面と、前記3次元モデルと、の間においては前記マッピング情報に基づく座標変換が行われる投影画像生成部と、前記建設図面を前記投影面に実寸投影する投影部と、を有することを特徴とする。

本発明の一実施の形態にかかる投影システムにおいて、前記投影装置は、前記投影面に対し略垂直に前記図面を投影するよう姿勢制御される。

本発明の一実施の形態にかかる投影システムにおいて、前記投影システムの移動に応じて前記建設図面の投影領域が変化するとき、前記構造物表面における前記建設図面の投影位置及びスケールは維持される。

本発明の一実施の形態にかかる投影システムにおいて、前記投影システムと前記投影面との距離が変化するとき、前記構造物表面における前記建設図面の投影位置及びスケールは維持しつつ、前記建設図面の投影可能範囲が変化する。

本発明の一実施の形態にかかる投影方法は、空間認識装置と、投影装置とを使用して建設図面を構造物表面に実寸投影する投影方法であって、前記空間認識装置及び前記投影装置の相対位置及び相対姿勢は固定であり、前記空間認識装置は、ヘッドマウントディスプレイ、前記ヘッドマウントディスプレイの視野周辺の画像を捉えるカメラ又は前記視野周辺の物体までの距離を測定する深度センサ、及び自己の姿勢変化を取得する慣性センサを有し、前記カメラ又は前記深度センサから取得される情報に基づいて、現実空間における前記空間認識装置及び前記投影装置の現在位置を示す位置情報を取得するステップと、前記慣性センサから取得される情報に基づいて、前記現実空間における前記空間認識装置及び前記投影装置の現在の姿勢を示す姿勢情報を取得するステップと、前記空間認識装置と前記投影装置との位置関係情報を取得するステップと、モデル空間と前記現実空間とのマ

10

20

30

40

50

ッピング情報を取得するステップと、前記構造物表面に投影面を設定するステップと、前記位置情報及び前記位置関係情報より算出される視点と、前記姿勢情報及び前記位置関係情報より算出される視線と、前記投影面と、に基づいて3次元モデルの平行投影画像である前記建設図面を生成し、この際、前記視点、前記視線及び前記投影面と、前記3次元モデルと、の間においては前記マッピング情報に基づく座標変換が行われるステップと、前記建設図面を前記投影面に実寸投影するステップと、を有することを特徴とする。

本発明の一実施の形態にかかる投影方法は、前記投影装置の姿勢を、前記投影面に対し略垂直に前記図面を投影するよう制御するステップをさらに有する。

請求項5記載の投影方法。

本発明の一実施の形態にかかる投影方法は、前記空間認識装置及び前記投影装置を移動させることにより、前記建設図面の投影領域を変化させるステップをさらに有し、この際、前記構造物表面における前記建設図面の投影位置及びスケールは維持される。

10

本発明の一実施の形態にかかる投影方法は、前記空間認識装置及び前記投影装置と、前記投影面と、の距離を変化させるステップをさらに有し、この際、前記構造物表面における前記建設図面の投影位置及びスケールは維持しつつ、前記建設図面の投影可能範囲が変化する。

本発明の一実施の形態にかかるプログラムは、コンピュータに上記投影方法を実行させる。

【発明の効果】

【0011】

20

本発明により、投影システムの設置位置及び姿勢にかかわらず、現実空間の所定の位置に情報を投影することが可能な投影システム、投影方法及びプログラムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】投影システム1のハードウェア構成の概略を示すブロック図である。

【図2】投影システム1の機能構成の概略を示すブロック図である。

【図3】投影システム1の動作の態様を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

30

まず、図1を用いて投影システム1のハードウェア面について説明する。次に、図2を用いて投影システム1の機能面について説明する。投影システム1の機能は、典型的にはソフトウェアによる情報処理がハードウェアと協働して実行されることにより論理的に実現されるものである。

【0014】

図1は、本発明の実施の形態にかかる投影システム1のハードウェア構成の概略を示すブロック図である。投影システム1は、空間認識装置10、投影装置20を含む。

【0015】

空間認識装置10は、自装置の現実空間内の現在位置と、姿勢と、を認識可能な装置である。本実施の形態では、空間認識装置10は、現実空間と同じスケール及び次元を持った空間認識装置10独自の座標系で計測した座標を、現実空間内の現在位置として検知する機能を備える。本実施の形態では、このようにして検知した位置座標を、現実空間の座標系における位置座標ともいう。また、空間認識装置10は、上述の独自の座標系における自装置の姿勢、すなわち各座標軸に対する角度を検知する機能を備える。

40

【0016】

本実施の形態では、空間認識装置10としてMicrosoft社のHoloLens(登録商標)を使用する例について主に説明する。HoloLensは、種々のセンサ、情報処理装置、HMD(ヘッドマウントディスプレイ)が統合されたウェアラブルデバイスである。但し本実施の形態では、HoloLensをウェアラブルデバイスとしてではなく、センサ情報を取得及び処理して送信するための装置として利用する。HoloLe

50

n s は、周辺の画像を捉えて動きを検出するための空間認識カメラ、自己位置を高精度に推定するための空間認識カメラ、視野周辺の物体までの距離（深度）を計測する深度センサ、自己の姿勢変化を取得する慣性センサを有し、これらを総合的に使用して周囲の現実空間に存在する面（壁、床、天井、家具など）すなわち周囲の空間形状を認識し、認識した現実空間内での自己の位置及び姿勢を認識することができる。本実施の形態では、認識した自己の位置及び姿勢の情報を適当な形式に変換して送信するプログラムを H o l l o L e n s 内に配置する。

【 0 0 1 7 】

すなわち空間認識装置 1 0 は、自装置の現在位置及び姿勢を検出するためのハードウェア及びソフトウェアを有する。換言すれば、空間認識装置 1 0 は、自装置の位置に人が立っているものと仮定すると、人の視点（眼の位置）及び視線の向きに相当するパラメータを送信することができる。

10

【 0 0 1 8 】

空間認識装置 1 0 の他の例として、H o l l o L e n s と同様にセンサ類および情報処理機能を備えて自己の位置を能動的に取得する装置（ドローンやロボット等）を用いても良い。あるいは、自己の位置は、外部の装置により計測を行って受動的に取得しても良く、例えばターゲットプリズム、ジャイロセンサ、トータルステーション、情報処理装置を含むユニットを空間認識装置 1 0 として用いても良い。トータルステーションは、ターゲットプリズムを追尾して現実空間の座標系における位置座標を測定する。ジャイロセンサは、ターゲットプリズムの姿勢変化を検出する。情報処理装置は、現実空間の座標系と、モデル空間の座標系と、の対応関係を予め保持しており、現実空間におけるターゲットプリズムの位置座標を、モデル空間の位置座標に変換する。あるいは、衛星測位信号の受信装置、ジャイロセンサ、情報処理装置を含むユニットを空間認識装置 1 0 として用いても良い。衛星測位信号の受信装置は、複数の衛星から送信される測位信号を受信及び解析することにより、自装置の現実空間の座標系における位置座標を算出する。このような衛星測位システム（GNSS：Global Navigation Satellite System）には、例えばGPS（Global Positioning System）、GLONASS（Global Navigation Satellite System）、Galileo、QZSS（Quasi-Zenith Satellite System）等がある。ジャイロセンサは、受信装置の姿勢変化を検出する。情報処理装置は、現実空間の座標系と、モデル空間の座標系と、の対応関係を予め保持しており、現実空間における受信装置の位置座標を、モデル空間の位置座標に変換する。なお、上記何れの場合も、ジャイロセンサの代わりに又は併用して、H o l l o L e n s と同様に周辺カメラ画像を用いた自己位置検出を行っても良い。また、複数のプリズムや、複数の衛星測位信号の受信装置を用いて姿勢検出を行っても良い。

20

30

【 0 0 1 9 】

投影装置 2 0 は、モデルの平行投影画像を現実空間内の所定の投影面に実寸投影する装置である。平行投影画像には、典型的には平面図や立面図が含まれる。投影面への投影とは、典型的には壁、床、天井等の平面に画像を投影する形態が想定されるが、例えばホログラム等の技術により空中の所定位置に画像を投影するような形態も含まれる。投影装置 2 0 は、モデルから投影画像を生成する情報処理装置 2 1 と、生成された投影画像を投影するプロジェクタ 2 2 と、を含む。情報処理装置 2 1 は、典型的にはパーソナルコンピュータである。プロジェクタ 2 2 は、ラスト画像を任意の投影面に投影可能な装置であり、例えば液晶プロジェクタ等である。

40

【 0 0 2 0 】

本実施の形態では、空間認識装置 1 0 と投影装置 2 0 とは、相対的な位置（空間認識装置 1 0 の位置と投影装置 2 0 の位置との差）及び姿勢（空間認識装置 1 0 の視線方向と投影装置 2 0 の投影方向とのなす角度）が固定されているものとする。例えば、空間認識装置 1 0 と投影装置 2 0 とを同じ筐体又は架台等に固定して格納することで、両装置の相対的な位置及び姿勢（角度）を固定化できる。なお、空間認識装置 1 0 と投影装置 2 0 との

50

相対的な位置及び姿勢が可変であるような方式については、これらの値の変化を逐次制御部 205 が取得できるように構成することで実現が可能である。

【0021】

また投影システム 1 は、ホイール、クローラ、多脚、飛翔用プロペラ等の移動手段を備える筐体又は架台等に固定する構成としても良い。これらの移動手段によれば、リモートコントロールによる移動、又は所定のアルゴリズムによる自走（作業員への追従など）により、任意の位置へ投影システム 1 を移動させることができる。あるいは、投影システム 1 はレール等の軌道上を移動可能な構成を備えても良い。壁面投影を行う場合は、壁面から一定の距離を保つことが望ましいため、予め壁面から所定の距離を隔てて敷設されたレールによる移動が好適である。

10

【0022】

また投影システム 1 は、リモートコントロールにより、又は所定のアルゴリズムにより自動的に、姿勢を変化させるための機構を備えることが好ましい。これにより、投影面を自在に選択して投影画像を投影することが可能となる。加えて、投影方向を保つために、例えばアクティブ、またはパッシブなジンバル機構を備えることにより、投影面に対して略垂直に投影画像を投影することができる。

【0023】

図 2 は、投影システム 1 の機能構成を示すブロック図である。投影システム 1 の空間認識装置 10 は、位置取得部 101、姿勢取得部 102、送信部 103 を有する。投影装置 20 は、モデル記憶部 201、位置姿勢情報受信部 202、投影画像生成部 203、投影部 204、制御部 205 を有する。

20

【0024】

位置取得部 101 は、投影システム 1 の現在位置、より厳密には空間認識装置 10 の現在位置を取得する。上述のように、例えば深度センサやジャイロセンサ等の出力値を用いることにより、又はトータルステーションや衛星測位信号の受信装置の出力値を用いることにより、現在位置を取得できる。

【0025】

姿勢取得部 102 は、投影システム 1 の姿勢、より厳密には空間認識装置 10 の姿勢を取得する。例えばジャイロセンサの出力値を用いることにより、姿勢を取得できる。

【0026】

送信部 103 は、位置取得部 101 が取得した現在位置を示す位置情報、及び姿勢取得部 102 が取得した姿勢を示す姿勢情報を、投影装置 20 の位置姿勢情報受信部 202 に対して送信する。好ましくは、送信部 103 は十分に短い一定時間毎に、又は測定値に一定の変化が生じる毎に、位置情報及び姿勢情報を送信する。

30

【0027】

本実施の形態では、現在位置は、空間認識装置 10 が持つ現実空間と同スケールかつ同次元の座標系の座標値で出力されるものとする。この空間認識装置 10 の座標系、すなわち現実空間の座標系は、典型的には X、Y、Z の 3 軸の直交座標系である。この場合、姿勢は上記 X、Y、Z の各軸まわりの回転角で表現される。この条件は本発明を限定する趣旨でなく、説明の便宜のために定めるものにすぎない。例えば送信部 103 は、本実施の形態によらず、モデル空間の座標系で表現した現在位置及び姿勢を出力しても良い。この場合、例えば送信部 103 が現実空間の座標系からモデル座標系への変換を担うことになる。

40

【0028】

モデル記憶部 201 は、モデルを所定の記憶領域に予め格納する。典型的には、モデルは CAD 等で作成された 2 次元又は 3 次元データである。例えば、建築物の設計図書であって、意匠、構造、設備、施工に関する各種オブジェクトや画像等を含む 3 次元データがモデルとして格納される。通常、モデルは独自の座標系（モデル座標系又はモデル空間の座標系という）に基づいて作成されている。モデル座標系によって定義される空間をモデル空間という。

50

## 【 0 0 2 9 】

位置姿勢情報受信部 2 0 2 は、空間認識装置 1 0 の送信部 1 0 3 が出力した現在位置及び姿勢を随時取得する。

## 【 0 0 3 0 】

制御部 2 0 5 は、空間認識装置 1 0 と投影装置 2 0 との位置関係情報、モデルと現実空間とのマッピング情報、及び投影面情報を設定する。

## 【 0 0 3 1 】

空間認識装置 1 0 と投影装置 2 0 との位置関係情報とは、現実空間の座標系における、空間認識装置 1 0 の現在位置と、投影装置 2 0 の現在位置との差を示す情報であり、典型的にはベクトルとして与えられる。制御部 2 0 5 は、例えば空間認識装置 1 0 と投影装置 2 0 とを筐体又は架台等に固定した際に、ユーザによる位置関係情報の入力を受け付ける。

10

## 【 0 0 3 2 】

モデル空間と現実空間とのマッピング情報とは、モデル空間と現実空間とを対応づけ、座標系を相互変換するための情報であり、典型的には変換行列として与えられる。制御部 2 0 5 は、例えば現実空間とモデル空間の同期を任意に切り替える機能を備え、同期が開始されたときに現実空間とモデル空間のマッピングを行う、すなわち対応関係を固定することができる。同期を行っていない状態では、投影システム 1 は通常のプロジェクタと同様に動作し、投影システム 1 の移動と共に投影画像が移動する。この状態で、現実空間にある墨の線（基準線）とモデル内に予め用意した対応する線とが一致するように、投影システム 1 の位置や姿勢等を調整する。ここで同期を開始すると、投影システム 1 は、現実空間とモデル空間とのマッピングを行う。すなわち、空間認識装置 1 0 が認識している現実空間の座標系と、モデル空間の座標系と、を相互変換するための変換マトリクスを算出する。

20

## 【 0 0 3 3 】

投影面情報とは、現実空間における投影画像の投影面を示す情報であり、典型的には空間認識装置 1 0 が認識した現実空間内の面（壁、床、天井など）のうち、視点から投影方向に投影線を伸ばした際に最初に干渉する面が選択される。又は、壁、床、天井などの投影面までの距離を測定する複数のレーザ測距器を投影システム 1 に含めることで、投影面を特定することも可能である。すなわち、上述の深度センサに代えて、複数のレーザ測距機により、視線方向の深度（障害物までの距離）を測定する。これにより、投影面までの距離、投影面の向きや形状等を特定できる。

30

## 【 0 0 3 4 】

投影画像生成部 2 0 3 は、モデル記憶部 2 0 1 に記憶されているモデルを、制御部 2 0 5 で設定された空間認識装置 1 0 と投影装置 2 0 との位置関係情報、モデルと現実空間とのマッピング情報、及び投影面情報に基づいて平行投影した投影画像を生成する。平行投影とは平行な投影線を用いた投影図法であり、3次元の設計データから例えば平面図や立面図等の2次元図面を生成することができる。

## 【 0 0 3 5 】

平行投影画像は、モデル空間内に視点、視線（投影線）及び投影面を定義することにより生成することが可能である（公知技術であるため詳細は省略する）。投影画像生成部 2 0 3 は、送信部 1 0 3 が出力した空間認識装置 1 0 の現在位置、及び制御部 2 0 5 で設定された空間認識装置 1 0 と投影装置 2 0 との位置関係情報に基づいて、現実空間における視点を算出する。また、投影画像生成部 2 0 3 は、送信部 1 0 3 が出力した空間認識装置 1 0 の姿勢、及び制御部 2 0 5 で設定された空間認識装置 1 0 と投影装置 2 0 との位置関係情報に基づいて、現実空間における投影装置 2 0 視線すなわち投影方向を算出する。現実空間における投影面は、制御部 2 0 5 で設定された投影面情報である。投影画像生成部 2 0 3 は、現実空間における視点、視線及び投影面を、モデルと現実空間とのマッピング情報に基づいて、モデル空間における視点、視線及び投影面に変換する。これらの処理の後に公知技術を適用することで、平行投影画像が得られる。この平行投影画像を現実空間に投影することにより、あたかもモデルが現実空間内にあるかのような体験がもたらされ

40

50

る。

#### 【0036】

投影画像生成部203は、送信部103から新たな位置情報及び姿勢情報を取得した場合には、その都度投影画像を再生成する。すなわち投影画像生成部203は、空間認識装置10が観測する投影システム1の現在位置又は姿勢が変化した場合に、現在位置又は姿勢の変化に応じて投影画像を更新する。現在位置又は姿勢が変化すると、投影面上に投影画像が表示される領域（投影領域）が当然に変化していくが、本実施の形態では現実空間の座標系とモデル座標系とがマッピングされているため、投影領域内に表示されるオブジェクトと現実空間との位置関係は変化しない。つまり、現実空間では、同じ位置にいつも同じオブジェクトが投影されているように見える。図3を用いて説明する。図3は、投影システム1の現在位置又は姿勢が変化した場合における投影システム1の動作を示す図である。図3下図は、投影画像生成部203が投影しようとしている3次元オブジェクトを示している。図3上図において、破線の矩形は時刻 $t$ における投影画像の表示領域、すなわち投影領域を示している。破線の線分は、時刻 $t$ における3次元オブジェクトの平行投影画像である。この後、時刻 $t+1$ までの間に、空間認識装置10の現在位置が変化したものとする。実線の矩形は時刻 $t+1$ における投影領域を示している。実線の線分は、時刻 $t+1$ における3次元オブジェクトの平行投影画像である。ここで、時刻 $t$ と時刻 $t+1$ とで重複する投影領域においては、投影画像が変化していないことが分かる。このような特徴により、投影画像生成部203は、空間認識装置10の現在位置及び姿勢にかかわらず、現実空間の所定の位置にオブジェクトを投影することができる。例えば、空間認識装置10の現在位置及び姿勢にかかわらず、施工現場の所定の位置に墨出しを行うことが可能である。

10

20

#### 【0037】

なお、現実空間内でモデルを投影しながら一定の範囲の作業を行った後、作業が次の基準線付近に到達した時点で、必要に応じて、再度同期停止、調整、同期開始を行うことで、広い範囲に渡って、一定の誤差内での墨出し作業が可能となる。

#### 【0038】

投影部204は、投影画像生成部203が生成した投影画像を現実空間の投影面（壁、床、天井など）に投影する。投影部204は、投影可能な情報量の観点からは、ラスト画像としての投影画像を投影可能であることが好ましい。また投影部204は、必要に応じ、投影画像の投影倍率や、投影画像の縦横比率等を適宜調整可能であることが好ましい。情報処理装置21とプロジェクタ22との間で、解像度の縦横比等が異なる場合があるためである。なお、この調整機能は投影画像生成部203に設けても良い。

30

#### 【0039】

本実施の形態によれば、投影システム1は、プロジェクタ等により投影画像を現実空間に投影する。例えば、施工現場に投影された図面情報を、その場にいる全員で同時に見ながら作業を進めることができる。これにより、ウェアラブルデバイスのような作業現場での安全性の懸念、情報の共有や共同作業の困難性といった問題を払拭できる。

#### 【0040】

本実施の形態によれば、投影システム1は、システムの現在位置及び姿勢を自動的に検出して、現在位置及び姿勢に応じた投影画像を随時生成、投影する。これにより、システムが移動し、姿勢が変化したとしても、現実空間に継続的に投影画像を投影できる。この際、投影領域は変化しうるものの、個々のオブジェクトの現実空間での投影位置は変化しない。したがって、例えば作業現場において投影システム1を自在に動かしながら、任意の投影面（壁、床、天井など）に図面等を投影することができる。構造物や障害物が入り組んだ現場であっても、投影システム1が入り込める空間があれば、例えば短焦点プロジェクタ等を採用することにより、空間内に投影画像を投影することが可能である。また、プロジェクタの高さや投影面からの距離等を適宜変更することで、投影領域を拡大又は縮小し、投影画像に含まれる情報（コンテンツ）の量を調整することも可能である。

40

#### 【0041】

50

なお、本発明は上記実施の形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。

【0042】

また本発明を構成する各処理部は、ハードウェアにより構成されるものであってもよく、任意の処理をCPUにコンピュータプログラムを実行させることにより実現するものであってもよい。また、コンピュータプログラムは、様々なタイプの一時的又は非一時的なコンピュータ可読媒体を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。一時的なコンピュータ可読媒体は、例えば有線又は無線によりコンピュータに供給される電磁的な信号を含む。

【符号の説明】

10

【0043】

1 投影システム

10 空間認識装置

20 投影装置

21 情報処理装置

22 プロジェクタ

101 位置取得部

102 姿勢取得部

103 送信部

201 モデル記憶部

20

202 位置姿勢情報受信部

203 投影画像生成部

204 投影部

205 制御部

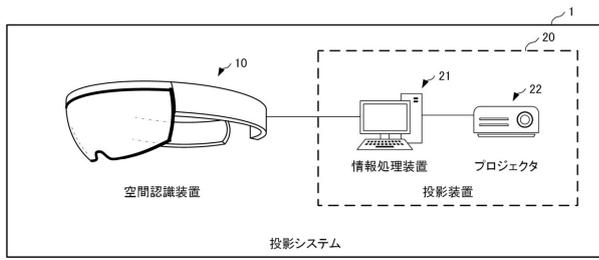
30

40

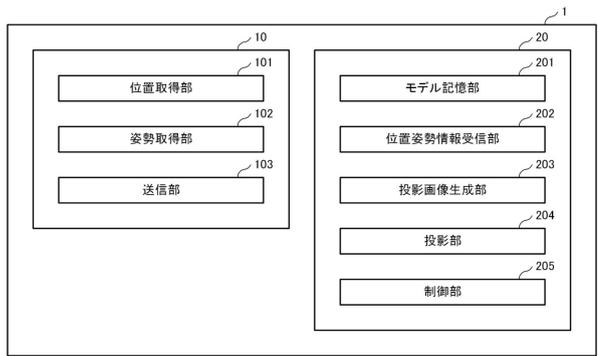
50

【図面】

【図 1】

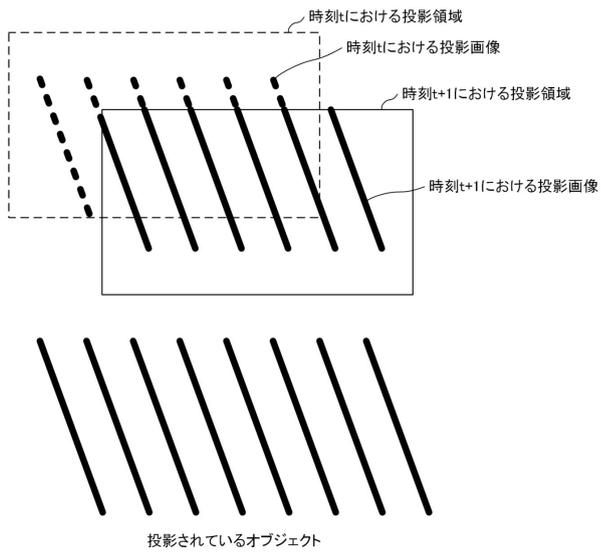


【図 2】



10

【図 3】



20

30

40

50

---

フロントページの続き

ウム（東京コンファレンスセンター・品川）にて発表 4 平成30年8月10日，株式会社インフォマティクスにて発表

東京都渋谷区渋谷一丁目16番14号 東急建設株式会社内

(72)発明者 三瓶 亮

東京都渋谷区渋谷一丁目16番14号 東急建設株式会社内

合議体

審判長 吉田 耕一

審判官 石井 則之

審判官 野崎 大進

(56)参考文献 特開2005-275327(JP, A)

特表2013-539541(JP, A)

特開2017-181342(JP, A)

特開2016-170495(JP, A)

世界初、HoloLensで自走するPepper ANA x NSSOL空港業務における人とロボットのコラボレーション検証を開始[オンライン]，日本，2017年02月24日，<URL: <https://www.nssol.nipponsteel.com/future/stories/pepper-004.html>>

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G06F 3/04842 , G06F 3/01 510, H04N 5/74 Z