

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6075122号
(P6075122)

(45) 発行日 平成29年2月8日(2017.2.8)

(24) 登録日 平成29年1月20日(2017.1.20)

(51) Int. Cl.

F 1

G06F 3/042 (2006.01)	G06F 3/042 473
G06F 3/0346 (2013.01)	G06F 3/0346 422
G06F 3/041 (2006.01)	G06F 3/041 520
G03B 21/14 (2006.01)	G06F 3/041 630
	G03B 21/14 Z

請求項の数 13 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2013-43392 (P2013-43392)
 (22) 出願日 平成25年3月5日(2013.3.5)
 (65) 公開番号 特開2014-170511 (P2014-170511A)
 (43) 公開日 平成26年9月18日(2014.9.18)
 審査請求日 平成28年2月12日(2016.2.12)

(73) 特許権者 000006747
 株式会社リコー
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (72) 発明者 柳下 高弘
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
 会社リコー内
 審査官 山崎 慎一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 システム、画像投影装置、情報処理装置、情報処理方法およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

投影対象物に画像を投影する投影手段と、
 前記投影手段から出射される投影光の光路に存在する対象物体を撮像する撮像手段と、
 前記撮像手段によって撮像された撮像画像に基づいて、前記対象物体から反射される光を検知する検知手段と、

前記撮像画像に基づいて、前記投影手段によって投影された画像に対応する対象空間における前記対象物体の位置情報を判定する判定手段と、

前記検知手段によって検知された前記対象物体から反射される光と、前記判定手段によって判定された位置情報とに基づいて、前記投影対象物のうち画像が投影される投影領域を特定する特定手段と、を備える、

ことを特徴とするシステム。

【請求項2】

前記検知手段により検知された前記対象物体から反射される光に基づいて、前記判定手段により判定された位置情報が、前記投影領域上のどの位置に対応するのかを判断する判断手段をさらに備える、

ことを特徴とする請求項1に記載のシステム。

【請求項3】

前記対象空間における前記対象物体の位置と、前記投影領域上の位置との対応関係を決定するキャリブレーション処理に用いられるキャリブレーション画像を出力する制御を行

う出力制御手段をさらに備え、

前記キャリブレーション画像が前記投影対象物に投影されている場合において、前記判断手段は、前記検知手段により検知された前記対象物体から反射される光に基づいて、前記投影領域のうち前記対象物体により指し示されている位置を特定し、その特定した前記投影領域上の位置は、前記判定手段により判定された位置情報に対応していると判断する

ことを特徴とする請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記出力制御手段は、前記投影領域上の位置に応じて異なる色を表示する前記キャリブレーション画像を出力する制御を行う、

ことを特徴とする請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記判断手段は、前記検知手段により検知された前記対象物体から反射される光の色に基づいて、前記投影領域のうち前記対象物体により指し示された位置を特定する、

ことを特徴とする請求項 4 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記判断手段は、前記投影領域のうち、前記検知手段により検知された前記対象物体から反射される光の色に対応する位置を、前記対象物体により指し示された位置として特定する、

請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記出力制御手段は、前記投影領域において、所定値の輝度を示すパターン画像の表示位置が経時的に変化することを表す前記キャリブレーション画像を出力する制御を行う、

ことを特徴とする請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記判断手段は、前記検知手段により検知された前記対象物体から反射される光の輝度に基づいて、前記投影領域のうち前記対象物体により指し示された位置を特定する、

ことを特徴とする請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記判断手段は、前記検知手段により検知された前記対象物体から反射される光の輝度が前記所定値以上の場合、そのときの前記投影領域上の前記パターン画像の表示位置を、前記対象物体により指し示された位置として特定する、

ことを特徴とする請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 10】

投影対象物に画像を投影する画像投影装置であって、

前記画像投影装置から出射される投影光の光路に存在する対象物体を撮像する撮像手段によって撮像された撮像画像に基づいて、前記対象物体から反射される光を検知する検知手段と、

前記撮像画像に基づいて、前記画像投影装置によって投影された画像に対応する対象空間における前記対象物体の位置情報を判定する判定手段と、

前記検知手段によって検知された前記対象物体から反射される光と、前記判定手段によって判定された位置情報とに基づいて、前記投影対象物のうち画像が投影される投影領域を特定する特定手段と、を備える、

ことを特徴とする画像投影装置。

【請求項 11】

投影対象物に画像を投影する画像投影装置から出射される投影光の光路に存在する対象物体を撮像する撮像手段によって撮像された撮像画像に基づいて、前記対象物体から反射される光を検知する検知手段と、

前記撮像画像に基づいて、前記画像投影装置によって投影された画像に対応する対象空間における前記対象物体の位置情報を判定する判定手段と、

10

20

30

40

50

前記検知手段によって検知された前記対象物体から反射される光と、前記判定手段によって判定された位置情報とに基づいて、前記投影対象物のうち画像が投影される投影領域を特定する特定手段と、を備える、

ことを特徴とする情報処理装置。

【請求項 1 2】

投影対象物に画像を投影する画像投影装置から出射される投影光の光路に存在する対象物体を撮像する撮像手段によって撮像された撮像画像に基づいて、前記対象物体から反射される光を検知する検知ステップと、

前記撮像画像に基づいて、前記画像投影装置によって投影された画像に対応する対象空間における前記対象物体の位置情報を判定する判定ステップと、

前記検知ステップによって検知された前記対象物体から反射される光と、前記判定ステップによって判定された位置情報とに基づいて、前記投影対象物のうち画像が投影される投影領域を特定する特定ステップと、を含む、

情報処理方法。

【請求項 1 3】

コンピュータに、

投影対象物に画像を投影する画像投影装置から出射される投影光の光路に存在する対象物体を撮像する撮像手段によって撮像された撮像画像に基づいて、前記対象物体から反射される光を検知する検知ステップと、

前記撮像画像に基づいて、前記画像投影装置によって投影された画像に対応する対象空間における前記対象物体の位置情報を判定する判定ステップと、

前記検知ステップによって検知された前記対象物体から反射される光と、前記判定ステップによって判定された位置情報とに基づいて、前記投影対象物のうち画像が投影される投影領域を特定する特定ステップと、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、システム、画像投影装置、情報処理装置、情報処理方法およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

画面に表示された画像を見ながら、その手前の何も無い空間に仮想の操作面を想定し、この仮想操作面をタッチパネルに見立て、指など（対象物体）を動かすことで、操作入力を与えるUI（ユーザインターフェース）装置が従来から提案されている。

【0003】

上記UI装置においては、実空間（仮想操作面）における対象物体の位置と、画面上の位置との対応が重要になる。例えば特許文献1には、矩形画像の4隅に所定のマークが表示されるようなキャリブレーション（実空間における対象物体の位置と、画面上の位置との対応関係を決定するための処理を指す）専用の画像を投影し、マークを指し示したときの手の位置（実空間における位置）と、画面上のマークの位置とを対応付ける技術が開示されている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1に開示された技術では、ユーザの手がマークに届かないような場合（例えば上記のキャリブレーション専用の画像を大画面に投影した場合等）においては、正確にキャリブレーションを行うことができないという問題がある。

【0005】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、投影画像に対する指示動作を検出するために必要なキャリブレーションを正確に行うことが可能なシステム、画像投影装置、情

10

20

30

40

50

報処理装置、情報処理方法およ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】

【0006】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、投影対象物に画像を投影する投影手段と、前記投影手段から出射される投影光の光路に存在する対象物体を撮像する撮像手段と、前記撮像手段によって撮像された撮像画像に基づいて、前記対象物体から反射される光を検知する検知手段と、前記撮像画像に基づいて、前記投影手段によって投影された画像に対応する対象空間における前記対象物体の位置情報を判定する判定手段と、前記検知手段によって検知された前記対象物体から反射される光と、前記判定手段によって判定された位置情報とに基づいて、前記投影対象物のうち画像が投影される投影領域を特定する特定手段と、を備えることを特徴とするシステムである。

10

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、投影画像に対する指示動作を検出するために必要なキャリブレーションを正確に行うことが可能なシステム、画像投影装置、情報処理装置、情報処理方法およびプログラムを提供できるという有利な効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、ユーザが、仮想走査面に対して手を差し出している様子を示す図である。

20

【図2】図2は、実施形態の座標系を説明するための図である。

【図3】図3は、図1を上側から俯瞰した様子を示す図である。

【図4】図4は、プロジェクタを投影対象物から遠ざけ、投影画面サイズを大きくした場合における指の実空間上の座標値を模式的に示す図である。

【図5】図5は、プロジェクタを右方向へ移動した場合における指の実空間上の座標値を模式的に示す図である。

【図6】図6は、第1実施形態に係るプロジェクタの機能構成例を示すブロック図である。

【図7】図7は、第1実施形態において投影されたキャリブレーション画像の一例を示す図である。

30

【図8】図8は、第1実施形態においてキャリブレーション情報を生成する処理の一例を示すフローチャートである。

【図9】図9は、第2実施形態に係るプロジェクタの機能構成例を示すブロック図である。

【図10】図10は、第2実施形態において投影されたキャリブレーション画像の一例を示す図である。

【図11】図11は、第2実施形態においてキャリブレーション情報を生成する処理の一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

40

以下、添付図面を参照しながら、本発明に係るシステム、画像投影装置、情報処理装置、情報処理方法およびプログラムの実施の形態を詳細に説明する。以下の説明では、本発明が適用される画像投影装置として、超短焦点プロジェクタを例に挙げて説明するが、これに限られるものではなく、例えば本発明が適用される画像投影装置として、短焦点プロジェクタや長焦点プロジェクタが採用されてもよい。

【0010】

ここで、焦点とは、投写面から光学位置までの距離（例えば、投影光が出射される投影口から、画像が投影される投影対象物までの距離）を指す投写距離と同義である。超短焦点プロジェクタの投写距離は短焦点プロジェクタの投写距離よりも短く、短焦点プロジェクタの投写距離は長焦点プロジェクタの投写距離よりも短い。例えば超短焦点距離の投写

50

距離を「11.7～24.9cm」、短焦点プロジェクタの投写距離を「0.7～14.6m」、長焦点プロジェクタの投写距離を「1.3m～32.4m」として設定することもできる。

【0011】

(第1実施形態)

本実施形態では、図1に示すように、投影対象物(図1の例では壁面)2のうち画像が投影される領域を示す投影領域3の手前の何も無い空間に仮想操作面4を想定する。ユーザ(操作者)が、この仮想操作面4に対して、例えば手(指)を動かすなどの指示動作を行うと、プロジェクタ100は、認識した指示動作に応じて、投影領域3に投影する画像を切り替える。

10

【0012】

ここでは、投影領域3に対応する対象空間(仮想操作面4を含む実空間)における指示動作を認識するために光学センサを用いる。対象空間は、プロジェクタ100によって投影された画像に対応する空間であると捉えることもできる。光学センサを用いて指示動作を認識する場合、操作を行う手(検知対象)と、光学センサとの間に人間の胴体が入り込まないように光学センサを配置する必要がある。図1の例では、光学センサは、3次元距離センサ200と、カメラ(この例では単眼カメラ)300とを含む。この光学センサは、プロジェクタ100の一要素であると捉えることもできる。

【0013】

3次元距離センサ200は、赤外光を出射する不図示の発光部と、その光が手に反射して戻ってくる光を受ける不図示の受光部を備える。3次元距離センサ200は、ジェスチャ認識などで一般的に使われており、受光した光のパターン形状、受光角度、出射から受光までの時間などに基づき、光が照射された点(照射点)と3次元距離センサ200との3次元距離を測定できる。3次元距離センサ200と投影領域3との3次元位置関係が自明とすれば、照射点(手の位置)と投影領域3の3次元位置関係を測定できる。見方を変えれば、3次元距離センサ200は、照射点の3次元位置を測定しているとみなすこともできる。3次元距離センサ200は、測定結果を示す測定情報を、プロジェクタ100へ出力する。

20

【0014】

カメラ300は、プロジェクタ100から出射される投影光の光路に存在する対象物体(例えば人の手)を撮像する。この例では、カメラ300は、投影領域3に対応する対象空間を撮像した撮像画像を生成する。この撮像画像から、投影光の光路に存在した対象物体(映像情報に映り込んだ)の反射光を示す情報(反射光の色や輝度など)を特定することができる。カメラ300は、撮像画像を、プロジェクタ100へ出力する。カメラ300は、請求項の「撮像手段」に対応していると捉えることもできる。また、この例では、前述の光学センサが、請求項の「撮像手段」に対応していると捉えることもできる。

30

【0015】

また、本実施形態では、図2に示すように、投影領域3の座標系(画面の座標系)として、投影領域3の中心を原点とし、鉛直方向(重力の作用方向)を Y_i 軸、水平方向を X_i 軸に設定する。一方、光学センサは、投影対象物2側(壁面側)に固定され、光学センサで測定される実空間(対象空間)の座標系として、光学センサの上面のうち投影対象物2側の端における任意の点を原点とし、鉛直方向を Y_s 軸、水平方向を X_s 軸、奥行き方向(投影領域3の法線方向)を Z_s 軸に設定するが、座標系の設定方法はこれに限られるものではない。

40

【0016】

ここで、本実施形態のように、光学センサが投影対象物2側(壁面側)に固定されているとすると、プロジェクタ100を動かす(投影画面のサイズや投影位置が変わる)たびに、光学センサによって検出される手の座標(X_s, Y_s)と、投影領域3上の座標(X_i, Y_i)との対応関係を決定するキャリブレーション処理をやり直す必要がある。例えば図1を上側から俯瞰した様子を示す図3において、投影領域3に投影された画像(投影

50

画像)の右端を指す手の、光学センサで測定された X_s 軸方向の座標値は X_{s1} であるが、プロジェクタ100を投影対象物2から遠ざけ、投影画面サイズ(投影領域3のサイズ)を大きくすると、図4に示すように、投影画像の右端を指す手の、光学センサで測定された X_s 軸方向の座標値は X_{s2} ($> X_{s1}$)となる。また、例えばプロジェクタ100を右方向(X_s 軸方向の正の方向)へ移動すると、図5に示すように、投影画像の右端を指す手の、光学センサで測定された X_s 軸方向の座標値は X_{s3} ($> X_{s1}$)となる。

【0017】

以下の説明では、プロジェクタ100のキャリブレーション処理に関する機能を中心に説明する。図6は、本実施形態に係るプロジェクタ100の機能構成例を示すブロック図である。図6に示すように、プロジェクタ100は、出力制御部101と、検知部102と、判定部103と、特定部104と、判断部105とを備える。

10

【0018】

出力制御部101は、前述の対象空間における対象物体の位置(実空間の座標系の座標値(X_s, Y_s))と、投影領域3上の位置(投影領域3の座標系の座標値(X_i, Y_i))との対応関係を決定するキャリブレーション処理に用いられるキャリブレーション画像を出力する制御を行う。本実施形態では、出力制御部101は、投影領域3上の位置に応じて異なる色を表示するキャリブレーション画像を出力する制御を行う。出力制御部101は、請求項の「出力制御手段」に対応している。

【0019】

図7は、出力制御部101により投影対象物2に投影されたキャリブレーション画像の一例を示す図であるが、キャリブレーション画像の様態はこれに限られるものではない。図7の例では、キャリブレーション画像のデータ(投影対象の画像データ)は、それぞれが1以上の画素を含む複数の画素ブロックを含み、各画素ブロックの表示色が互いに異なるように設定されている。この例では、各画素ブロックが、キャリブレーションに用いられるマークを構成していると捉えることもできる。

20

【0020】

図6に戻って説明を続ける。検知部102は、カメラ300によって撮像された撮像画像に基づいて、プロジェクタ100から出射される投影光の光路に存在する対象物体から反射される光(以下、「反射光」と呼ぶ場合がある)を検知する。本実施形態では、カメラ300によって撮像された撮像画像に基づいて、投影光の光路に存在する対象物体の反射光の色を検知する。検知部102は、請求項の「検知手段」に対応している。

30

【0021】

判定部103は、前述の対象空間における対象物体の位置情報を判定する。本実施形態では、判定部103は、3次元距離センサ200からの出力(測定結果情報)に基づいて、前述の対象空間における対象物体の位置情報(3次元位置を示す情報)を判定する。この例では、判定部103は、3次元距離センサ200と投影領域3との3次元位置関係を予め把握しているので、3次元距離センサ200により測定された対象物体の3次元距離から、対象物体の位置情報を判定することができる。なお、これに限らず、例えば判定部103は、カメラ300によって撮像された撮像画像に基づいて、対象空間における対象物体の位置情報を判定する形態であってもよい。判定部103は、請求項の「判定手段」

40

【0022】

特定部104は、検知部102によって検知された対象物体から反射される光と、判定部103によって判定された位置情報とに基づいて、投影対象物2のうち画像が投影される投影領域3を特定する。特定部104は、請求項の「特定手段」に対応している。

【0023】

判断部105は、検知部102により検知された反射光に基づいて、判定部103により判定された位置情報が、投影領域3上のどの位置に対応するのかを判断する。より具体的には、判断部105は、前述のキャリブレーション画像が投影対象物2に投影されている場合において、検知部102により検知された反射光に基づいて、投影領域3のうち対

50

象物体（例えばユーザの指）により指し示されている位置（投影領域3の座標系の座標値）を特定する。そして、判断部105は、その特定した投影領域3上の位置は、判定部103により判定された位置情報（実空間の座標系の座標値）に対応していると判断する。

【0024】

本実施形態では、判断部105は、検知部102により検知された反射光の色に基づいて、投影領域3のうち対象物体により指し示された位置を特定する。さらに言えば、判断部105は、投影領域3のうち、検知部102により検知された反射光の色に対応する位置を、対象物体により指し示された位置として特定する。判断部105は、請求項の「判断手段」に対応している。

【0025】

例えば投影領域3に投影されたキャリブレーション画像が、図7のような態様である場合を想定する。図7の例では、投影領域3の右上端部の領域（投影対象の画像データのうち右上端部の画素ブロックに対応する領域）に表示される色は、ピンク色であるとする。ユーザの指（手）が、右上端部に触れた場合は、ピンク色の投影光がユーザの指で反射し、その反射光は、カメラ300で撮像される撮像画像に映り込む。したがって、検知部102では、ピンク色の反射光が検知される。この例では、判断部105は、反射光の色と、投影領域3上の座標値（投影領域の座標系の座標値）との対応関係を予め把握しているので、検知部102で検知された反射光の色から、その色に対応する投影領域3上の座標値を特定することができる。そして、その特定した座標値は、その時点で判定部103により判定された位置情報（投影対象物2に接触している指の実空間上の位置）に対応していると判断することができる。

【0026】

ここで、投影領域3のうち、Xi軸方向の座標値とYi軸方向の座標値が互いに相違する2つの位置の各々で、投影対象物2に接触している指の実空間上の位置との対応を取ることができれば、他の位置については、線形補間で対応付けることができる。したがって、本実施形態では、判断部105は、投影対象物2に接触している指の実空間上の位置（実空間の座標系の座標値）と、投影領域3上の位置とを対応付けるキャリブレーション処理を2回行った後、線形補間を行うことにより、投影領域3上の各座標に対して、投影対象物2に接触している指の実空間上の座標値を対応付けたキャリブレーション情報を生成する。

【0027】

なお、これに限らず、前述のキャリブレーション処理の回数は2回以上であればよく、例えばキャリブレーション処理を3回行ってからキャリブレーション情報を生成する形態であってもよいし、キャリブレーション処理を4回行ってからキャリブレーション情報を生成する形態であってもよい。また、例えば本実施形態において、キャリブレーション処理を2回行った後、キャリブレーション情報を生成する前に、ユーザに対して、追加のキャリブレーション処理を行うかどうかを選択させる画像を表示（投影）する形態であってもよい。

【0028】

また、本実施形態では、プロジェクタ100には、CPU、ROM、RAM等を含む通常のコンピュータ装置が搭載され、上述したプロジェクタ100の各部（出力制御部101、検知部102、判定部103、特定部104、および、判断部105）の機能は、CPUがROM等に格納されたプログラムを実行することにより実現される。ただし、これに限られるものではなく、上述したプロジェクタ100の各部の機能のうちの少なくとも一部が専用のハードウェア回路で実現されてもよい。

【0029】

次に、図8を参照しながら、プロジェクタ100がキャリブレーション情報を生成する処理について説明する。図8は、プロジェクタ100がキャリブレーション情報を生成する処理の一例を示すフローチャートである。図8に示すように、まずプロジェクタ100（例えば判断部105）は、初期設定処理を行う（ステップS101）。この例では、プ

10

20

30

40

50

プロジェクト100は、キャリブレーション処理の回数を示すカウント値 n を、初期値である「0」に設定する($n=0$)。また、プロジェクト100は、初回(この例では $n=0$)のキャリブレーション処理に対応する投影領域3上の X_i 軸方向の座標値 $X_i[0]$ 、および、 Y_i 軸方向の座標値 $Y_i[0]$ の各々を、デフォルト値である「null」に設定する。

【0030】

次に、出力制御部101は、キャリブレーション画像の投影を開始する(ステップS102)。次に、判断部105は、検知部102による検知に基づいて、ユーザの指(手)が投影対象物2に接触したか否かを判断する(ステップS103)。ユーザの指が投影対象物2に接触したと判断した場合(ステップS103: YES)、判断部105は、その時点で判定部103により判定された指の位置情報(投影対象物2に接触している指の実空間上の座標値)を、判定部103から取得する(ステップS104)。次に、判断部105は、検知部102により検知された反射光の色に基づいて、投影領域3上の座標値(投影領域3のうち、ユーザの指により指し示された位置を示す座標値)を判定する(ステップS105)。反射光の色に基づいて投影領域3上の座標値を特定する方法は、上述したとおりである。

10

【0031】

次に、判断部105は、上述のステップS105で判定した投影領域3上の座標値が、設定済みの座標値と同じであるかどうかを判断する(ステップS106)。初回($n=0$)のキャリブレーション処理の場合、判断部105は、上述のステップS105で判定した投影領域3上の座標値が、上述の初期設定処理により設定されたデフォルト値「null」と同じであるかどうかを判断する。また、2回目以降($n=1$)のキャリブレーション処理の場合、判断部105は、上述のステップS105で判定した投影領域3上の座標値が、実空間上の座標値との対応付けが既に完了している投影領域3上の座標値と同じであるかどうかを判断する。

20

【0032】

上述のステップS106において、上述のステップS105で判定した投影領域3上の座標値が、設定済みの座標値と同じであると判断した場合(ステップS106: YES)、処理は上述のステップS103に戻り、ステップS103以降の処理が繰り返される。

【0033】

一方、上述のステップS105で判定した投影領域3上の座標値が、設定済みの座標値と同じではないと判断した場合(ステップS106: NO)、判断部105は、上述のステップS104で取得した実空間上の座標値は、ステップS105で判定した投影領域3上の座標値に対応していると判断し、これらに対応付けたデータを不図示のメモリに保存する(ステップS107)。この例では、不図示のメモリには、上述の初期設定処理で設定されたデータも保存される。初回のキャリブレーション処理の場合、不図示のメモリに保存されていた座標値 $X_i[0]$ 、および、座標値 $Y_i[0]$ の各々のデフォルト値(「null」)は、ステップS105で判定された座標値に更新される。

30

【0034】

次に、プロジェクト100(例えば判断部105)は、キャリブレーション処理の回数を示すカウント値 n を、1だけカウントアップする(ステップS108)。次に、プロジェクト100(例えば判断部105)は、カウント値が2に到達したかどうかを判断する(ステップS109)。カウント値 n が2に到達していないと判断した場合(ステップS109: NO)、処理は上述のステップS103に戻り、上述のステップS103以降の処理が繰り返される。一方、カウント値 n が2に到達したと判断した場合(ステップS109: YES)、出力制御部101は、キャリブレーション画像の投影を終了する(ステップS110)。次に、判断部105は、2回のキャリブレーション処理の結果に基づいて、線形補間等を行うことにより、キャリブレーション情報を生成することができる(ステップS111)。

40

【0035】

50

以上に説明したように、本実施形態では、判断部105は、検知部102により検知された反射光に基づいて、判定部103により判定された位置情報（対象空間における対象物体の位置を示す情報）が、投影領域3上のどの位置に対応するのかを判断する。より具体的には、出力制御部101が、投影領域3上の位置に応じて異なる色を表示するキャリブレーション画像を出力する制御を行っている状況の下、判断部105は、検知部102により検知された反射光の色に基づいて、投影領域3上のうち対象物体により指し示されている位置を特定する。そして、判断部105は、その特定した投影領域3上の位置は、その時点で判定部103により判定された位置情報に対応していると判断する。これにより、キャリブレーション処理を正確に行うことができるとともに、キャリブレーションに用いられるマークの位置に自由度を持たせることも可能になるという有利な効果を達成できる。

10

【0036】

（第2実施形態）

次に、第2実施形態について説明する。第2実施形態では、投影されるキャリブレーション画像の態様が上述の第1実施形態と相違する。以下、具体的に説明する。なお、上述の第1実施形態と共通する部分については適宜に説明を省略する。

【0037】

図9は、第2実施形態に係るプロジェクタ1000の機能構成例を示すブロック図である。図9に示すように、プロジェクタ1000は、出力制御部1010と、検知部1020と、判定部103と、特定部104と、判断部1050とを備える。判定部103および特定部104の機能は、第1実施形態と同じであるので、詳細な説明は省略する。

20

【0038】

出力制御部1010は、投影領域3において、所定値の輝度を示すパターン画像の表示位置が経時的に変化することを表すキャリブレーション画像を出力する制御を行う。図10は、出力制御部1010により投影対象物2に投影されたキャリブレーション画像の一例を示す図であるが、キャリブレーション画像の態様はこれに限られるものではない。図10の例では、高輝度のパターン画像（マークパターン画像）が、ラスタ走査方向に沿って順次に移動していく態様を表している。これは、全面黒のうちの所定の白領域（矩形の白領域）が、少しずつラスタ走査方向に沿ってずれた位置にある複数のフレームを、ループ再生することで実現できる。図10の例では、白に対応する輝度が、所定値の輝度に相当する。この例では、出力制御部1010は、投影対象のキャリブレーション画像のフレーム番号を、判断部1050へ通知する制御も行っている。

30

【0039】

検知部1020は、カメラ300からの撮像画像に基づいて、投影光の光路に存在する対象物体の反射光の輝度を検知する機能を有する。

【0040】

判断部1050は、検知部1020により検知された反射光の輝度に基づいて、投影領域3のうち対象物体により指し示された位置を特定する。さらに言えば、判断部1050は、検知部1020により検知された反射光の輝度が所定値以上の場合、そのときの投影領域3上のパターン画像の表示位置を、対象物体により指し示された位置として特定する。この例では、判断部1050は、出力制御部1010から通知されるフレーム番号と、投影領域3上のパターン画像の表示位置を示す座標値との対応関係を予め把握しているので、出力制御部1010から通知されたフレーム番号から、現在、投影領域3に表示されているパターン画像の表示位置（投影領域3の座標系の座標値）を直ちに把握することができる。

40

【0041】

次に、図11を参照しながら、プロジェクタ1000がキャリブレーション情報を生成する処理について説明する。図11は、プロジェクタ1000がキャリブレーション情報を生成する処理の一例を示すフローチャートである。図11に示すステップS201およびステップS202の処理内容は、図8に示すステップS101およびステップS102

50

の処理内容と同じなので、詳細な説明は省略する。

【0042】

ステップS203において、出力制御部1010は、キャリブレーション画像のフレームを切り替える制御を行う(ステップS203)。これにより、投影領域3上のパターン画像の表示位置も変化する。次に、判断部1050は、検知部1020による検知に基づいて、ユーザの指が投影対象物2に接触したか否かを判断する(ステップS204)。ユーザの指が投影対象物2に接触していないと判断した場合(ステップS204:NO)、処理は上述のステップS203に戻り、出力制御部1010は、次のフレームに切り替える制御を行う。

【0043】

一方、ユーザの指が投影対象物2に接触したと判断した場合(ステップS204:YES)、判断部1050は、その時点で判定部103により判定された位置情報(投影対象物2に接触している指の実空間上の座標値)を、判定部103から取得する(ステップS205)。次に、判断部1050は、検知部1020により検知された反射光の輝度が所定値であるかどうかを判断する(ステップS206)。

【0044】

上述のステップS206において、検知部1020により検知された反射光の輝度が所定値ではないと判断した場合(ステップS206:NO)、処理は上述のステップS203に戻り、出力制御部1010は、次のフレームに切り替える制御を行う。一方、検知部1020により検知された反射光の輝度が所定値であると判断した場合(ステップS206:YES)、判断部1050は、そのときに投影されているキャリブレーション画像のフレーム番号(出力制御部1010から通知されたフレーム番号)から、投影領域3上のパターン画像の表示位置を示す座標値を判定する(ステップS207)。

【0045】

次に、判断部1050は、上述のステップS207で判定した投影領域3上の座標値が、設定済みの座標値と同じであるかどうかを判断する(ステップS208)。この内容は、図8に示すステップS105の内容と同様である。

【0046】

上述のステップS208において、上述のステップS207で判定した投影領域3上の座標値が、設定済みの座標値と同じであると判断した場合(ステップS208:YES)、処理は上述のステップS203に戻り、ステップS203以降の処理が繰り返される。

【0047】

一方、上述のステップS207で判定した投影領域3上の座標値が、設定済みの座標値と同じではないと判断した場合(ステップS208:NO)、判断部1050は、上述のステップS205で取得した実空間上の座標値は、ステップS207で判定した投影領域3上の座標値に対応していると判断し、これらに対応付けたデータを不図示のメモリに保存する(ステップS209)。この内容は、図8に示すステップS107の内容と同様である。

【0048】

次のステップS210以降の内容は、図8に示すステップS108以降の内容と同様であるので、詳細な説明は省略する。本実施形態においても、上述の第1実施形態と同様の効果を達成できる。

【0049】

以上、本発明の実施形態を説明したが、上述の実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。本発明は、上述の実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上述の実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。また、実施形態および変形例は任意に組み合わせることが可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

例えば上述のキャリブレーション処理に関する機能（出力制御部 1 0 1 および 1 0 1 0、検知部 1 0 2 および 1 0 2 0、判定部 1 0 3、特定部 1 0 4、判断部 1 0 5 および 1 0 4 0）を、プロジェクタに接続される情報処理装置に搭載する形態であってもよい。要するに、本発明は、情報処理装置に適用することも可能である。本発明に係る情報処理装置は、少なくとも検知手段と判定手段と特定手段とを備える形態であればよい。検知手段は、投影対象物に画像を投影する画像投影装置から出射される投影光の光路に存在する対象物体を撮像する撮像手段によって撮像された撮像画像に基づいて、対象物体から反射される光を検知する。判定手段は、撮像画像に基づいて、画像投影装置によって投影された画像に対応する対象空間における対象物体の位置情報を判定する。特定手段は、検知手段によって検知された対象物体から反射される光と、判定手段によって判定された位置情報とに基づいて、投影対象物のうち画像が投影される投影領域を特定する。

10

【 0 0 5 1 】

また、上述のプロジェクタ（1 0 0、1 0 0 0）が有する各部の機能を、プロジェクタと、プロジェクタに接続される情報処理装置とに分散して搭載する形態であってもよい。要するに、本発明は、プロジェクタと、プロジェクタが接続される情報処理装置とを備えるシステムに適用することもできる。本発明に係るシステムは、少なくとも投影手段と、撮像手段と、検知手段と、判定手段と、特定手段とを備える形態であればよい。投影手段は、投影対象物に画像を投影する。撮像手段は、投影手段から出射される投影光の光路に存在する対象物体を撮像する。検知手段は、撮像手段によって撮像された撮像画像に基づいて、対象物体から反射される光を検知する。判定手段は、撮像画像に基づいて、投影手段によって投影された画像に対応する対象空間における対象物体の位置情報を判定する。特定手段は、検知手段によって検知された対象物体から反射される光と、判定手段によって判定された位置情報とに基づいて、投影対象物のうち画像が投影される投影領域を特定する。

20

【 0 0 5 2 】

上述のプロジェクタ（1 0 0、1 0 0 0）で実行されるプログラムは、インストール可能な形式又は実行可能な形式のファイルで CD - ROM、フレキシブルディスク（FD）、CD - R、DVD（Digital Versatile Disk）等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録して提供するように構成してもよい。

30

【 0 0 5 3 】

さらに、上述のプロジェクタ（1 0 0、1 0 0 0）で実行されるプログラムを、インターネット等のネットワークに接続されたコンピュータ上に格納し、ネットワーク経由でダウンロードさせることにより提供するように構成してもよい。また、上述のプロジェクタ（1 0 0、1 0 0 0）で実行されるプログラムをインターネット等のネットワーク経由で提供または配布するように構成してもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 4 】

- 2 投影対象物
- 3 投影領域
- 4 仮想操作面
- 1 0 0 プロジェクタ
- 1 0 1 出力制御部
- 1 0 2 検知部
- 1 0 3 判定検知部
- 1 0 4 特定部
- 1 0 5 判断部
- 2 0 0 3次元距離センサ
- 3 0 0 カメラ

40

【 先行技術文献 】

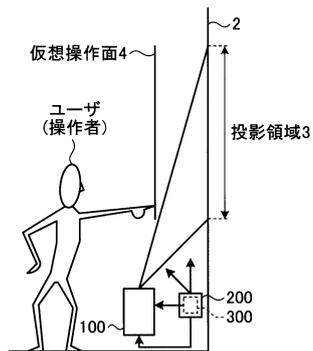
50

【特許文献】

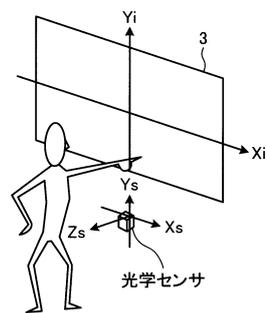
【0055】

【特許文献1】特開2000-200149号公報

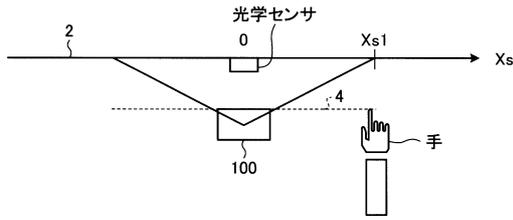
【図1】



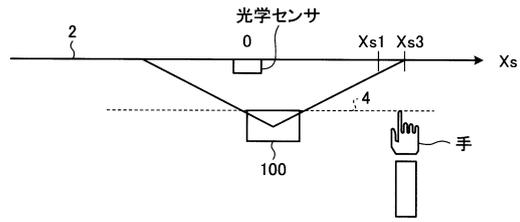
【図2】



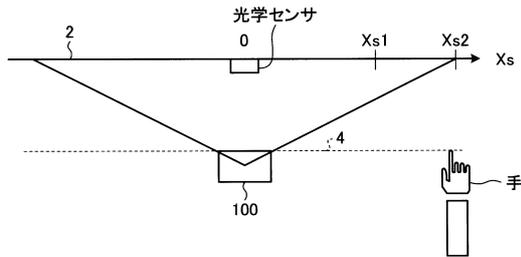
【図3】



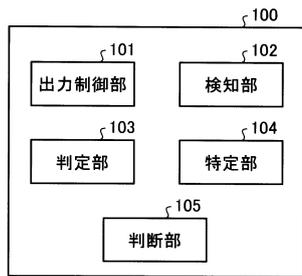
【図5】



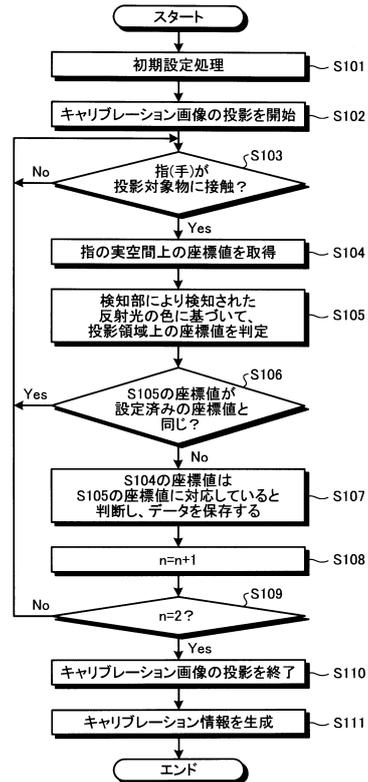
【図4】



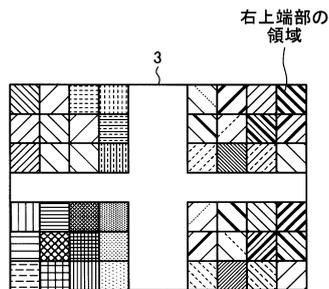
【図6】



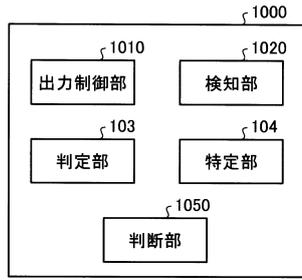
【図8】



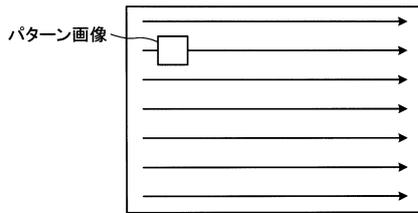
【図7】



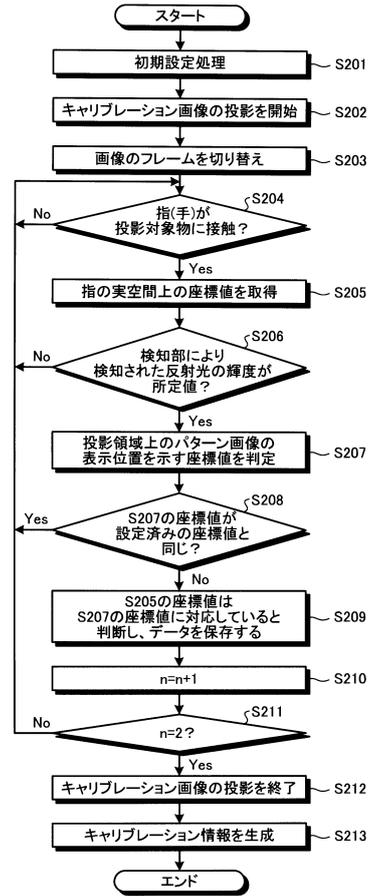
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2011-118533(JP,A)
特開2009-116701(JP,A)
国際公開第2012/070949(WO,A1)
特開2010-113568(JP,A)
特開2012-150636(JP,A)
特開2012-113564(JP,A)
特開2013-021674(JP,A)
米国特許出願公開第2012/0062518(US,A1)
特開2012-108232(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 3/042
G03B 21/14
G06F 3/0346
G06F 3/041