

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-184136

(P2017-184136A)

(43) 公開日 平成29年10月5日(2017.10.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4N 7/18 (2006.01)	HO4N 7/18 D	2F065
HO4N 5/225 (2006.01)	HO4N 5/225 F	5B057
GO1B 11/00 (2006.01)	HO4N 5/225 B	5C054
GO1B 11/27 (2006.01)	HO4N 7/18 K	5C122
GO6T 1/00 (2006.01)	GO1B 11/00 H	

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-71862 (P2016-71862)  
 (22) 出願日 平成28年3月31日 (2016. 3. 31)

(71) 出願人 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 100090273  
 弁理士 園分 孝悦  
 (72) 発明者 宮谷 その子  
 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  
 (72) 発明者 鈴木 雅博  
 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  
 (72) 発明者 片山 昭宏  
 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

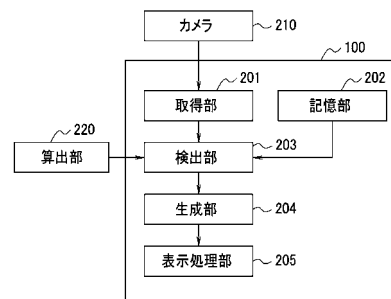
(54) 【発明の名称】 情報処理装置、情報処理方法、情報処理システム及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】 撮像装置の位置及び姿勢の推定を安定して行うことを目的とする。

【解決手段】 撮影装置により得られた撮影画像と、撮像装置の位置及び姿勢の導出に用いられる指標情報と、撮影装置の位置及び姿勢と、に基づいて、撮影画像に対応する撮影範囲の環境の変化を検出する検出手段と、環境変化が検出された場合に、変化が検出されたことを通知する通知情報を出力する出力手段とを有する。検出手段は、変化として、撮影画像中の物体の変化を検出する。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

撮影装置により得られた撮影画像と、前記撮像装置の位置及び姿勢の導出に用いられる指標情報と、前記撮影装置の位置及び姿勢と、に基づいて、前記撮影画像に対応する撮影範囲の環境の変化を検出する検出手段と、

前記環境の変化が検出された場合に、前記変化が検出されたことを通知する通知情報を出力する出力手段と

を有することを特徴とする情報処理装置。

**【請求項 2】**

前記検出手段は、前記変化として、撮影画像中の物体の配置の変化を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。 10

**【請求項 3】**

前記検出手段は、前記変化として、撮影画像において新たに現れた物体、撮影画像から消えた物体を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

**【請求項 4】**

前記出力手段は、前記変化に係る物体を示す情報をさらに出力することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の情報処理装置。

**【請求項 5】**

前記出力手段は、前記変化が検出された領域を示す画像を前記通知情報として出力することを特徴とする請求項 1 乃至 4 何れか 1 項に記載の情報処理装置。 20

**【請求項 6】**

撮影装置により得られた撮影画像と、前記撮像装置の位置及び姿勢の導出に用いられる指標情報と、前記撮影装置の位置及び姿勢と、に基づいて、前記撮影画像に対応する撮影範囲の環境の変化を検出する検出手段と、

前記変化が検出された場合に、変化の前の状態に戻す指示情報を出力する出力手段とを有することを特徴とする情報処理装置。

**【請求項 7】**

前記検出手段により検出された変化と、前記指示情報と、に基づいて、前記変化の前の状態に戻す方法を特定する特定手段と、

前記特定手段により特定された方法を含む前記指示情報を生成する生成手段とをさらに有し、 30

前記出力手段は、前記生成手段により生成された前記指示情報を出力することを特徴とする請求項 6 に記載の情報処理装置。

**【請求項 8】**

前記検出手段は、前記変化として、前記撮影範囲に存在する物体の配置の変化を検出し、

前記特定手段は、前記変化の前の状態に戻す方法として、前記物体の移動方向及び移動量のうち少なくとも 1 つを特定することを特徴とする請求項 7 に記載の情報処理装置。

**【請求項 9】**

撮影装置により得られた撮影画像と、前記撮像装置の位置及び姿勢の導出に用いられる指標情報と、前記撮影装置の位置及び姿勢と、に基づいて、前記撮影画像に対応する撮影範囲の環境の変化を検出する検出手段と、 40

動作モードを選択する選択手段と、

前記変化が検出され、かつ第 1 の動作モードが選択された場合に、変化の前の状態に戻す指示情報を出力する出力手段と、

前記変化が検出され、かつ第 2 の動作モードが選択された場合に、前記変化の後の状態に基づいて、前記指標情報を更新する更新手段と

を有することを特徴とする情報処理装置。

**【請求項 10】**

前記変化の前の状態に戻すための作業コストを予測する第 1 の予測手段をさらに有し、 50

前記選択手段は、前記第 1 の予測手段により予測された前記作業コストに基づいて、前記動作モードを選択することを特徴とする請求項 9 に記載の情報処理装置。

【請求項 1 1】

前記指標情報を更新するための作業コストを予測する第 2 の予測手段をさらに有し、前記選択手段は、前記第 2 の予測手段により予測された前記作業コストに基づいて、前記動作モードを選択することを特徴とする請求項 9 又は 1 0 に記載の情報処理装置。

【請求項 1 2】

前記選択手段は、前記検出手段により検出された変化の内容に基づいて、前記動作モードを選択することを特徴とする請求項 9 に記載の情報処理装置。

【請求項 1 3】

前記選択手段は、前記変化の前後それぞれの状態に対応する前記指標情報を用いた、前記撮影装置の位置及び姿勢の推定精度に基づいて、前記動作モードを選択することを特徴とする請求項 9 に記載の情報処理装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 乃至 1 3 の何れか 1 項に記載の情報処理装置と、撮影部と、表示部とを備えることを特徴とする情報処理システム。

【請求項 1 5】

情報処理装置が実行する情報処理方法であって、  
 撮影装置により得られた撮影画像と、前記撮像装置の位置及び姿勢の導出に用いられる指標情報と、前記撮影装置の位置及び姿勢と、に基づいて、前記撮影画像に対応する撮影範囲の環境の変化を検出する検出ステップと、  
 前記環境の変化が検出された場合に、前記変化が検出されたことを通知する通知情報を出力する出力ステップと  
 を含むことを特徴とする情報処理方法。

【請求項 1 6】

情報処理装置が実行する情報処理方法であって、  
 撮影装置により得られた撮影画像と、前記撮像装置の位置及び姿勢の導出に用いられる指標情報と、前記撮影装置の位置及び姿勢と、に基づいて、前記撮影画像に対応する撮影範囲の環境の変化を検出する検出ステップと、  
 前記変化が検出された場合に、変化の前の状態に戻す指示情報を出力する出力ステップと  
 を含むことを特徴とする情報処理方法。

【請求項 1 7】

情報処理装置が実行する情報処理方法であって、  
 撮影装置により得られた撮影画像と、前記撮像装置の位置及び姿勢の導出に用いられる指標情報と、前記撮影装置の位置及び姿勢と、に基づいて、前記撮影画像に対応する撮影範囲の環境の変化を検出する検出ステップと、  
 動作モードを選択する選択ステップと、  
 前記変化が検出され、かつ第 1 の動作モードが選択された場合に、変化の前の状態に戻す指示情報を出力する出力ステップと、  
 前記変化が検出され、かつ第 2 の動作モードが選択された場合に、前記変化の後の状態に基づいて、前記指標情報を更新する更新ステップと  
 を含むことを特徴とする情報処理方法。

【請求項 1 8】

コンピュータを、請求項 1 乃至 1 3 何れか 1 項に記載の情報処理装置の各手段として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、情報処理装置、情報処理方法、情報処理システム及びプログラムに関する。

10

20

30

40

50

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、カメラ周囲に存在する複数の指標の配置が記述された地図（以下、指標マップと称する）と、カメラで撮像された画像と、に基づいて、カメラの位置姿勢を算出する技術が知られている。カメラの位置姿勢を算出する技術は、Mixed Reality（MR）、Augmented Reality（AR）等で広く用いられている。カメラの位置姿勢の安定性を維持するためには、指標の配置が変化した時に、指標マップを実際の指標の配置と一致させるように更新する必要がある。

## 【0003】

特許文献1には、撮影画像から検出される特徴点やオブジェクトの情報と、指標マップの情報とを比較することで、指標の配置が変化した領域を特定し、特定した領域の指標マップを撮影画像に基づいて更新する方法が開示されている。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献1】特開2008-304268号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

しかしながら、指標の配置状況に応じてカメラの位置姿勢推定の精度が変動するため、指標の配置が変化したことで精度が低下する可能性がある。

20

## 【0006】

本発明はこのような問題点に鑑みなされたもので、撮像装置の位置及び姿勢の推定を安定して行うことを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

そこで、本発明は、情報処理であって、撮影装置により得られた撮影画像と、前記撮像装置の位置及び姿勢の導出に用いられる指標情報と、前記撮影装置の位置及び姿勢と、に基づいて、前記撮影画像に対応する撮影範囲の環境の変化を検出する検出手段と、前記環境の変化が検出された場合に、前記変化が検出されたことを通知する通知情報を出力する出力手段とを有することを特徴とする。

30

## 【発明の効果】

## 【0008】

本発明によれば、撮像装置の位置及び姿勢の推定を安定して行うことができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0009】

【図1】情報処理装置のハードウェア構成を示す図である。

【図2】情報処理装置のソフトウェア構成を示す図である。

【図3】情報処理を示すフローチャートである。

【図4】画面例を示す図である。

40

【図5】第1の実施形態の第6の変更例に係る画面例を示す図である。

【図6】第2の実施形態に係る情報処理を示すフローチャートである。

【図7】第2の実施形態に係る画面例を示す図である。

【図8】第3の実施形態に係る情報処理を示すフローチャートである。

【図9】第3の実施形態に係る表示例を示す図である。

【図10】第4の実施形態に係る情報処理を示すフローチャートである。

【図11】第4の実施形態の第4の変更例に係る表示例を示す図である。

【図12】第4の実施形態の第5の変更例に係る表示例を示す図である。

【図13】第5の実施形態に係る情報処理装置のソフトウェア構成を示す図である。

【図14】第5の実施形態に係る情報処理を示すフローチャートである。

50

## 【発明を実施するための形態】

## 【0010】

以下、本発明の実施形態について図面に基づいて説明する。

## 【0011】

## (第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態にかかる情報処理装置のハードウェア構成を示す図である。情報処理装置100は、CPU101と、ROM102と、RAM103と、HDD104と、表示部105と、入力部106と、通信部107とを有している。CPU101は、ROM102に記憶された制御プログラムを読み出して各種処理を実行する。RAM103は、CPU101の主メモリ、ワークエリア等の一時記憶領域として用いられる。HDD104は、画像データや各種プログラム等各種情報を記憶する。表示部105は、例えばHMD(Head Mounted Display)に備えられたディスプレイから構成され、ユーザに対して各種情報を表示する。入力部106は、キーボードやマウスを有し、ユーザによる各種操作を受け付ける。通信部107は、ネットワークを介してカメラ等の外部装置との通信処理を行う。なお、後述する情報処理装置100の機能や処理は、CPU101がROM102又はHDD104に格納されているプログラムを読み出し、このプログラムを実行することにより実現されるものである。

10

## 【0012】

図2は、情報処理装置100のソフトウェア構成を示す図である。情報処理装置100は、撮影装置としてのカメラにより撮影された撮影画像と、情報処理装置に記憶された指標マップとを比較することにより、撮影画像に対応する撮影範囲における環境変化を検出する。そして、環境変化が検出された領域を特定し、ユーザに通知する。図2に示す各部の処理により、以上の処理が実現される。ここで、環境変化とは、環境中に存在する物体の配置や模様の変化等である。なお、指標マップについては後述する。

20

## 【0013】

情報処理装置100は、ソフトウェア構成として、取得部201と、記憶部202と、検出部203と、生成部204と、表示処理部205と、を有している。取得部201は、撮影装置(撮影部)としてのカメラ210から撮影画像を取得する。なお、カメラ210は表示部105のHMDに備え付けられている。すなわち、情報処理装置100とカメラ210は、情報処理システムとして機能する。ここで、撮影画像は、濃淡画像であるものとする。記憶部202は、指標マップを記憶している。ここで、指標マップは、撮影範囲に存在する物体等の複数の指標の配置が記述された地図情報である。本実施形態においては、記憶部202は、指標マップとして、カメラ210により撮影された所定の撮影範囲の撮影画像(以下、キーフレームと称する)を複数記憶している。ここで、キーフレームは濃淡画像である。さらに、指標マップにおいて、各キーフレームを撮影した時のカメラ210の位置及び姿勢(以下、位置姿勢と称する)を示す情報が、キーフレームに対応付けて記憶されている。ここで、キーフレームは、基準画像の一例である。また、指標マップは、基準画像に関する指標情報、すなわち撮像装置の位置及び姿勢の導出に用いられる指標情報の一例である。

30

## 【0014】

検出部203は、処理対象の撮影画像において環境の変化を検出する。ここで、環境の変化とは、指標マップとしてのキーフレームに示される環境を基準とした、基準となる状態からの変化である。そして、検出部203は、撮影画像において、環境の変化が検出された領域を特定する。検出部203は、このとき、処理対象の撮影画像の撮影時のカメラ210の位置及び姿勢と、記憶部202に記憶されている指標マップと、を参照する。ここで、カメラ210の位置及び姿勢は、情報処理装置100の外部装置の算出部220により算出されるものとする。生成部204は、情報を生成する。表示処理部205は、生成部204により生成された情報を表示部105に表示するよう制御する。

40

## 【0015】

算出部220は、処理対象の撮影画像(濃淡画像)と、指標マップと、に基づいて、カ

50

メラ 2 1 0 の位置及び姿勢の推定値を算出する。カメラ 2 1 0 の位置及び姿勢の推定値を算出する処理については、特許第 4 6 8 9 3 8 0 号公報を参照することができる。

【 0 0 1 6 】

図 3 は、情報処理装置 1 0 0 による情報処理を示すフローチャートである。S 3 0 0 において、取得部 2 0 1 は、カメラ 2 1 0 から撮影画像である濃淡画像を取得する。S 3 0 0 において取得部 2 0 1 が取得した濃淡画像が以下の処理の処理対象となる。以下、S 3 0 0 において取得した濃淡画像を対象画像と称する。

【 0 0 1 7 】

次に、S 3 0 1 において、検出部 2 0 3 は、算出部 2 2 0 からカメラ 2 1 0 の位置姿勢を取得する。さらに、検出部 2 0 3 は、記憶部 2 0 2 に記憶されている複数のキーフレームの中から、算出部 2 2 0 から取得した位置姿勢と最も近い位置姿勢に対応するキーフレームを選択する。そして、検出部 2 0 3 は、選択されたキーフレーム及び対象画像、それぞれを複数の領域に分割し、各分割領域の両画像の類似度を算出する。検出部 2 0 3 での類似度の計算には、輝度値を用いた正規化相互相関を適用する。そして、検出部 2 0 3 は、類似度が予め定められた範囲を超える領域を抽出し、抽出した 1 つまたは複数の領域を包含する領域を環境が変化した領域として検出する。

10

【 0 0 1 8 】

次に、S 3 0 2 において、生成部 2 0 4 は、環境が変化したことをユーザに通知する通知情報を生成する。次に、S 3 0 3 において、表示処理部 2 0 5 は、S 3 0 2 において生成された通知情報を、対象画像に重畳して表示部 1 0 5 に表示する。ここで、通知情報を表示する S 3 0 3 の処理は、通知情報を出力する出力処理の一例である。

20

【 0 0 1 9 】

図 4 は、S 3 0 3 において表示部 1 0 5 に表示される画面例を示す図である。表示部 1 0 5 には、対象画像 4 0 0 が表示されている。対象画像 4 0 0 において、物体 4 0 1 が環境変化に係る物体であり、物体 4 0 1 の移動が検出されたものとする。この場合、物体 4 0 1 の周囲に囲み線 4 0 2 が重畳表示される。さらに、対象画像 4 0 0 の左上に「環境変化あり」というように、ユーザに環境の変化が検出された旨を通知する通知情報 4 0 3 が重畳表示される。ここで、囲み線 4 0 2 は、変化が検出された領域を示す画像の一例である。囲み線 4 0 2 は、通知情報 4 0 3 と共に、ユーザに環境変化を通知する情報であり、すなわち通知情報の一例である。

30

【 0 0 2 0 】

以上のように、第 1 の実施形態に係る情報処理装置 1 0 0 は、環境の変化が検出された場合に、環境変化があった旨の通知情報を表示することができる。こうすることで、ユーザに対して環境を変化する前の状態に戻すことを促すことができる。一方で、情報処理装置 1 0 0 は、環境の変化が検出される度に、指標マップを更新することがないため、更新に係る手間を省くことができる。また、情報処理装置 1 0 0 の位置及び姿勢の推定精度を補償できる環境を維持することができる。このため、指標マップを用いた情報処理装置 1 0 0 の位置及び姿勢の推定を安定して行うことができる。

【 0 0 2 1 】

なお、第 1 の実施形態の第 1 の変更例としては、処理対象の撮影画像は、カメラ 2 1 0 により撮影され、カメラ 2 1 0 から入力された画像に限定されるものではない。他の例としては、取得部 2 0 1 は、自装置又は他の装置の記憶部に記憶されている撮影画像を取得してもよい。

40

【 0 0 2 2 】

また、第 2 の変更例としては、通知情報の出力形態は、実施形態に限定されるものではない。例えば、情報処理装置 1 0 0 は、不図示のスピーカを有する場合には、環境の変化が検出された場合に通知情報として音声を出力してもよい。

【 0 0 2 3 】

また、第 3 の変更例としては、カメラに加えて距離センサを備え、記憶部 2 0 2 は、濃淡画像と距離画像の両方を指標マップとして記憶してもよい。また、他の例としては、記

50

憶部 202 は、濃淡画像に替えて、濃淡画像に含まれるエッジ特徴やコーナー点等の画像特徴を基準画像に関する指標マップとして記憶してもよい。また、他の例として、ステレオカメラもしくは距離センサにより環境中に存在する物体等の形状を表す距離点群を求め、記憶部 202 は、距離点群を指標マップとして記憶してもよい。この場合、指標マップは基準画像ではなく、環境中に存在する物体等の形状を表す距離点群そのものとなる。そして S301 において、検出部 203 は、記憶部 202 に記憶されている距離点群の中から算出部 220 から取得した位置姿勢で観察出来る距離点群を選択する。さらに検出部 203 は、選択された距離点群の各点とステレオカメラもしくは距離センサにより得られた距離点群の各点とで最も近い点間の距離を求め、複数に分割した領域のうち予め定められた距離内にない点が一定割合以上ある領域を求める。そして、検出部 203 は、求めた 1 つまたは複数の領域を包含する領域を環境が変化した領域として検出する。

10

**【0024】**

また、他の例としては、記憶部 202 は、基準画像に含まれる物体の 3 次元モデルとその配置情報を指標マップとして記憶してもよい。物体の 3 次元モデルは、物体の幾何形状と表面特性を示すものであればよく、詳細は特に限定されない。記憶部 202 は、例えば、3 次元点群とその接続関係で表現されるポリゴンモデルを記憶し、さらに表面特性として反射特性を記憶してもよい。この場合には、検出部 203 は、カメラの位置姿勢に基づいて、3 次元モデルを 2 次元に投影した画像を生成する。そして、検出部 203 は、生成した画像と対象画像との類似度を用いることで、環境の変化を検出する。

20

**【0025】**

また、第 4 の変更例としては、取得部 201 は、濃淡画像に替えて、距離画像を撮影画像として取得し、これを処理対象としてもよい。この場合、S301 において、検出部 203 は、距離値を用いた正規化相互相関を適用して、類似度を算出する。また、他の例としては、取得部 201 は、濃淡画像及び距離画像の両方を撮影画像として取得し、これらを処理対象としてもよい。この場合には、S301 において、検出部 203 は、輝度値を用いた類似度及び距離値を用いた類似度の何れか一方が予め定められた閾値を超える領域を環境が変化した領域として検出すればよい。

**【0026】**

また、他の例としては、取得部 201 は、濃淡画像と共に画像特徴を取得してもよい。なお、画像特徴は、例えばカメラ 210 等情報処理装置 100 の外部の装置において撮影画像から抽出されるものとする。画像特徴としてコーナー点を取得する場合には、S301 において、検出部 203 は、対象画像中のコーナー点とキーフレームのコーナー点の対応関係を特定し、両コーナー点の画像上での距離が閾値を超えるものを抽出する。そして、検出部 203 は、抽出したコーナー点が含まれる対象画像上の領域を環境が変化した領域として検出する。

30

**【0027】**

第 5 の変更例について説明する。本実施形態に係る検出部 203 は、環境が変化した領域として対象画像上の領域を検出した。ただし、取得部 201 が撮影画像として距離画像を取得する場合には、検出部 203 は、環境が変化した領域として 3 次元領域を検出してもよい。具体的には、検出部 203 は、変化が検出された画像領域の各画素が保持する距離値を内包する 3 次元領域を求め、求めた 3 次元領域を変化した領域として検出する。この場合、例えば図 5 の 512 のように、囲み線も 3 次元形状の囲み線を示してもよい。

40

**【0028】**

第 6 の変更例について説明する。表示部 105 が通知情報として表示部 105 に表示される内容は実施形態に限定されるものではない。例えば、生成部 204 は、図 5 (a) に示すように、対象画像 510 と、キーフレーム 520 とを並べた画像を通知情報として生成し、表示処理部 205 はこれを表示してもよい。なお、図 5 (a) は、キーフレーム 520 の物体 521 が、対象画像 510 において消失した場合の表示例である。この場合、撮影画像 510 には、変化が検出された領域を示す囲み線 512 が示され、キーフレーム 520 には、環境変化に係る物体 521 の周囲に、変化が検出された領域を示す囲み線 5

50

22が表示されている。また、例えば、生成部204は、図5(b)に示すように、対象画像530において、変化が検出された領域に、対応するキーフレームの画像を重畳した画像を通知情報として生成してもよい。また、例えば、生成部204は、対象画像530の中に縮小したキーフレーム画像を合成した画像を通知情報としてもよい。

#### 【0029】

(第2の実施形態)

次に、第2の実施形態に係る情報処理装置100について説明する。第2の実施形態に係る情報処理装置100は、環境の変化として、撮影画像中の物体の配置の変化を検出する。以下、第2の実施形態に係る情報処理装置100について、第1の実施形態に係る情報処理装置100と異なる点について説明する。第2の実施形態に係る情報処理装置100においては、記憶部202は、第1の実施形態に係る記憶部202と同様に、複数のキーフレームと、各キーフレームに対応するカメラ210の位置姿勢を記憶する。記憶部202はさらに、各キーフレームに含まれる物体を示す各物体領域と、物体を識別するための識別子とを対応付けた情報を記憶している。

10

#### 【0030】

なお、本実施形態においては、物体の識別子は、一の物体を他の物体と識別する情報であるものとする。すなわち、形の異なる2つの机に対しては異なる識別子が割り当てられる。また、他の例としては、物体の識別子は、物体の種類を識別するものであってもよい。すなわち、この場合には、形の異なる2つの机に対しては、机を示す同一の識別子が割り当てられる。また、第2の実施形態においては、生成部204は、記憶部202を参照して、通知情報を生成する。

20

#### 【0031】

図6は、第2の実施形態に係る情報処理装置100による情報処理を示すフローチャートである。S600において、取得部201は、撮影画像としての濃淡画像をカメラ210から取得する。次に、S601において、検出部203は、撮影画像に含まれる物体の配置変化を検出する。具体的には、検出部203は、記憶部202に記憶されている複数のキーフレームの中から、処理対象の撮影画像(対象画像)に対応するカメラ210の位置姿勢と最も近い位置姿勢に対応付けられているキーフレームを選択する。そして、検出部203は、選択したキーフレームの分割領域毎に、キーフレームと対象画像との類似度を算出し、類似度が予め定められた範囲を超える分割領域を物体の配置が変化した領域として検出する。検出部203での類似度の計算には、輝度値を用いた正規化相互相関を適用する。

30

#### 【0032】

次に、S602において、検出部203は、検出した分割領域に設定されている識別子を参照することで、配置が変化した物体を特定する。次に、S603において、生成部204は、配置が変化した物体の識別子を含む通知情報を生成する。なお、他の例としては、記憶部202は、物体の識別子に対応付けて、物体名を記憶し、生成部204は、物体の識別子に対応付けられている物体名を含む通知情報を生成する。次に、S604において、表示処理部205は、通知情報を表示部105に表示するよう制御する。

#### 【0033】

図7は、S604において表示部105に表示される画面例を示す図である。表示部105には、対象画像700が表示されている。対象画像700において、物体701は、配置が変化した物体である。物体701の周囲には、囲み線702が重畳表示されている。さらに、対象画像700の左上に「箱の配置が変化しました」というように、物体の名称又は識別子と共に、ユーザに物体の配置変化が検出された旨を通知する通知情報703が重畳表示される。なお、第2の実施形態に係る情報処理装置100のこれ以外の構成及び処理は、第1の実施形態に係る情報処理装置100の構成及び処理と同様である。

40

#### 【0034】

以上のように、第2の実施形態に係る情報処理装置100は、物体の配置変化が検出された場合に、配置変化があった旨と配置変化に係る物体とを通知する通知情報を表示する

50



ことができる。一方で、情報処理装置 100 は、環境の変化が検出される度に、指標マップを更新することがないため、更新に係る手間を省くことができる。また、情報処理装置 100 の位置及び姿勢の推定精度を補償できる環境を維持することができる。このため、指標マップを用いた情報処理装置 100 の位置及び姿勢の推定を安定して行うことができる。

#### 【0035】

第 2 の実施形態の変更例としては、物体の配置変化を検出するための方法は、実施形態に限定されるものではない。検出部 203 は、例えば、対象画像に含まれる物体の位置姿勢を推定することで、物体の配置が変化したか否かを判定してもよい。この場合、記憶部 202 は、指標マップとして、撮影対象となる物体の 3 次元環境モデルを記憶する。3 次元環境モデルは、環境に存在する複数の物体の 3 次元モデルとそれらの配置情報を含む。さらに各 3 次元モデルには、物体を示す識別子が付与されている。3 次元モデルは、3 次元点群とその接続関係で表現されるポリゴンモデルとする。

10

#### 【0036】

そして、検出部 203 は、対象画像に対応するカメラ 210 の位置姿勢と、記憶部 202 に記憶されている複数の物体それぞれの 3 次元モデルとに基づいて、対象画像に含まれる物体を抽出する。具体的には、以下の処理を行う。すなわち、検出部 203 は、各 3 次元モデルの全ての 3 次元点をカメラ 210 の位置姿勢に基づいて、画像上に投影する。そして、検出部 203 は、投影位置の全て又は一部が、対象画像の画像領域内にあると判定された物体を対象画像に含まれる物体として抽出する。(式 1) は、3 次元点 (X、Y、Z) をカメラの位置姿勢 M に基づいて画像上に投影し、画像上での画素位置 (u、v) を求めるための計算式である。(式 1) の K は、カメラ 210 の内部パラメータであり、カメラ 210 の焦点距離や主点位置などで表現される。

20

#### 【0037】

##### 【数 1】

$$\begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} = K M \begin{pmatrix} X/Z \\ Y/Z \\ 1 \end{pmatrix} \quad \text{----- (式1)}$$

30

#### 【0038】

次に、検出部 203 は、入力された濃淡画像に含まれると判定された物体の位置姿勢を算出する。位置姿勢の算出の方法については、以下の文献に記載された手法を参照することができる。

「2次元距離場を用いた 2D - 3D レジストレーション」 倉爪亮ら 画像の認識・理解シンポジウム、MIRU2005

検出部 203 は、処理対象の濃淡画像の輪郭線から求めた 2 次元距離場と 2 次元画像に投影した 3 次元モデルのシルエット画像を用い、物体の位置姿勢を決定する。そして、検出部 203 は、記憶部 202 に記憶されている物体の位置姿勢と、算出した物体の位置姿勢との差が所定の範囲を超えた場合には、該物体の配置が変化すると判定する。

40

#### 【0039】

##### (第 3 の実施形態)

次に、第 3 の実施形態に係る情報処理装置 100 について説明する。第 3 の実施形態に係る情報処理装置 100 は、環境の変化として、対象画像に新たに現れた物体及び撮影画像から消えた物体を検出する。以下、第 3 の実施形態に係る情報処理装置 100 について、他の実施形態に係る情報処理装置 100 と異なる点について説明する。第 3 の実施形態に係る記憶部 202 は、複数のキーフレームと、各キーフレームに対応するカメラ 210 の位置姿勢と、各キーフレームに含まれる物体を示す各物体領域と、物体を識別するため

50

の識別子とを対応付けた情報と、を記憶している。

【0040】

図8は、第3の実施形態に係る情報処理装置100による情報処理を示すフローチャートである。S800において、取得部201は、撮影画像としての濃淡画像をカメラ210から取得する。次に、S801において、検出部203は、S800において取得した撮影画像を処理対象(対象画像)とし、対象画像において新たに現れた物体及び対象画像から消えた物体を検出する。検出方法は以下の通りである。すなわち、検出部203は、記憶部202に記憶されている複数のキーフレームの中から、処理対象の撮影画像(対象画像)に対応するカメラ210の位置姿勢と最も近い位置姿勢に対応付けられているキーフレームを選択する。そして、検出部203は、対象画像に対してグラフカットの手法を用いることで、物体毎に画像領域を分割する。

10

【0041】

次に、検出部203は、選択したキーフレーム群の各分割領域(以下、分割領域Aと称する)と、対象画像の分割領域(分割領域Bと称する)との類似度を算出する。類似度の計算には、輝度値を用いた正規化相互相関を適用する。検出部203は、いずれの分割領域Bに対しても、類似度が所定の範囲内とならない分割領域Aが存在する場合には、分割領域Aに設定した物体が消えたと判定する。また、検出部203は、いずれの分割領域Aに対しても、類似度が所定の範囲内とならない分割領域Bが存在する場合には、分割領域Bに含まれる物体が新たに現れたと判定する。

【0042】

20

次に、S802において、検出部203は、新たに現れた物体又は消えた物体に対応する分割領域に設定されている識別子を参照することで、新たに現れた物体又は消えた物体を特定する。次に、S803において、生成部204は、配置が変化した物体の識別子を含む通知情報を生成する。なお、他の例としては、記憶部202は、物体の識別子に対応付けて、物体名を記憶し、生成部204は、物体の識別子に対応付けられている物体名を含む通知情報を生成する。次に、S804において、表示処理部205は、通知情報を表示部105に表示するよう制御する。

【0043】

図9は、S804において表示部105に表示される画面例を示す図である。表示部105には、対象画像900が表示されている。物体901は、対象画像900において消えた物体であり、物体904は、対象画像900において新たに現れた物体である。なお、物体901は、キーフレームから抽出され、対象画像900に重畳された画像である。物体901及び物体904の周囲には、それぞれ囲み線902、905が重畳表示されている。もちろん物体901を重畳せず、前に存在していた位置を囲み線902で知らせるだけであってもよい。

30

【0044】

さらに、変化に係る物体901に対応付けて「箱が除去されました」というように、物体の名称等と共に、ユーザに物体が消えた旨を通知する通知情報903が重畳表示される。また、変化に係る物体904に対応付けて「ポスターが追加されました」というように、物体の名称等と共に、ユーザに物体が新たに現れた旨を通知する通知情報906が重畳表示される。なお、第3の実施形態に係る情報処理装置100のこれ以外の構成及び処理は、他の実施形態に係る情報処理装置100の構成及び処理と同様である。

40

【0045】

以上のように、第3の実施形態に係る情報処理装置100は、対象画像に新たに現れた物体及び撮影画像から消えた物体が検出された場合に、変化があった旨と変化に係る物体とを通知する通知情報を表示することができる。一方で、情報処理装置100は、環境の変化が検出される度に、指標マップを更新することがないため、更新に係る手間を省くことができる。また、情報処理装置100の位置及び姿勢の推定精度を補償できる環境を維持することができる。このため、指標マップを用いた情報処理装置100の位置及び姿勢の推定を安定して行うことができる。

50

## 【 0 0 4 6 】

( 第 4 の実施形態 )

次に、第 4 の実施形態に係る情報処理装置 1 0 0 について説明する。第 4 の実施形態に係る情報処理装置 1 0 0 は、対象画像において環境の変化が検出された場合に、対象画像に対応する実空間の環境を、変化前の状態に戻すことを促す指示情報を出力する。図 1 0 は、第 4 の実施形態に係る情報処理装置 1 0 0 による情報処理を示すフローチャートである。S 1 0 0 0 及び S 1 0 0 1 の処理は、図 3 を参照しつつ説明した第 1 の実施形態に係る S 3 0 0 及び S 3 0 1 の処理と同様である。S 1 0 0 1 の処理の後、CPU 1 0 1 は、処理を S 1 0 0 2 へ進める。

## 【 0 0 4 7 】

S 1 0 0 2 において、生成部 2 0 4 は、「元の状態に戻して下さい」というように、変化の前の状態に戻すことを促す情報を指示情報として生成する。次に、S 1 0 0 3 において、表示処理部 2 0 5 は、指示情報を表示部 1 0 5 に表示するよう制御する。なお、第 4 の実施形態に係る情報処理装置 1 0 0 のこれ以外の構成及び処理は、他の実施形態に係る情報処理装置 1 0 0 の構成及び処理と同様である。

## 【 0 0 4 8 】

以上のように、第 4 の実施形態に係る情報処理装置 1 0 0 は、環境の変化が検出された場合に、変化前の状態に戻す情報を指示情報として表示することができる。このため、情報処理装置 1 0 0 は、環境の変化が検出される度に、指標マップを更新することがないため、更新に係る手間を省くことができる。また、情報処理装置 1 0 0 の位置及び姿勢の推定精度を補償できる環境を維持することができる。このため、指標マップを用いた情報処理装置 1 0 0 の位置及び姿勢の推定を安定して行うことができる。

## 【 0 0 4 9 】

第 4 の実施形態の第 1 の変更例としては、表示処理部 2 0 5 は、指示情報だけでなく、第 1 ~ 第 3 の実施形態において説明した通知情報を表示 ( 出力 ) してもよい。

## 【 0 0 5 0 】

第 2 の変更例としては、指示情報の出力形態は、実施形態に限定されるものではない。例えば、情報処理装置 1 0 0 は、不図示のスピーカを有する場合には、環境の変化が検出された場合に指示情報として音声を出力してもよい。

## 【 0 0 5 1 】

第 3 の変更例としては、情報処理装置 1 0 0 は、環境が指標マップに係る環境と等しくなるまで、上述の情報処理を繰り返してもよい。

## 【 0 0 5 2 】

第 4 の変更例としては、第 2 の実施形態において説明したのと同様に、検出部 2 0 3 は、環境の変化として、物体の配置の変化を検出してもよい。この場合、図 1 0 に示す情報処理の S 1 0 0 1 において、検出部 2 0 3 は、環境変化として物体の配置変化を検出し、さらに配置が変化した物体を特定する。本処理は、図 6 を参照しつつ説明した第 2 の実施形態に係る S 6 0 1 及び S 6 0 2 の処理と同様である。

## 【 0 0 5 3 】

さらに、本変更例においては、生成部 2 0 4 は、指標マップに基づいて、変化前の状態に戻す方法を特定する。具体的には、生成部 2 0 4 は、変化前の状態に戻すための、変化に係る物体の移動方向及び移動量を特定する。生成部 2 0 4 は、対象画像に対応するカメラ 2 1 0 の位置姿勢と、指標マップに示されるカメラ 2 1 0 の位置及び姿勢との差に基づいて、移動方向及び移動量を特定する。なお、移動は、並進移動及び回転移動のうち少なくとも一方で表現される。そして、生成部 2 0 4 は、特定した方法を含む指示情報を生成する。

## 【 0 0 5 4 】

図 1 1 は、第 4 の変更例に係る表示部 1 0 5 により表示される画面例を示す図である。表示部 1 0 5 には、対象画像 1 1 0 0 が表示されている。図 1 1 ( a ) に示す対象画像 1 1 0 0 において、物体 1 1 0 1 は、配置変化に係る物体である。さらに、対象画像 1 1 0

10

20

30

40

50

0には、物体1101の変化前の状態における物体1101の位置1102が表示されている。また、対象画像1100には、物体1101の移動方向及び移動量を示す矢印1103が表示されている。ここで、矢印1103は、物体を変化前の状態に戻す方法と、変化前の状態に戻すことを促す情報とを含む指示情報の一例である。なお、3次元モデルを用いて物体の配置変化を検出する場合には、位置1102に3次元モデルのCG画像を重畳表示してもよい。また、図11(b)の1111に示すように、物体の名称等を指示情報として併せて表示してもよい。

#### 【0055】

第5の変更例としては、第3の実施形態において説明したのと同様に、検出部203は、環境の変化として、対象画像に新たに現れた物体及び撮影画像から消えた物体を検出して、環境変化として対象画像に新たに現れた物体及び撮影画像から消えた物体を検出し、さらに変化に係る物体を特定する。本処理は、図8を参照しつつ説明した第3の実施形態に係るS801及びS802の処理と同様である。さらに、本変更例においては、生成部204は、指標マップに基づいて、変化前の状態に戻す方法を特定する。具体的には、生成部204は、変化前の状態に戻すための、変化に係る物体を特定する。そして、生成部204は、指示情報として、特定した物体の追加又は削除により変化前の状態に戻すことを促す情報を生成する。

10

#### 【0056】

図12は、第5の変更例に係る表示部105により表示される画面例を示す図である。表示部105には、対象画像1200が表示されている。物体1201は、対象画像1200において消えた物体であり、物体1204は、対象画像1200において新たに現れた物体である。物体1201は、キーフレームから抽出され、対象画像1200に重畳された画像である。物体1201、1204の周囲には、それぞれ囲み線1202、1205が重畳表示されている。さらに、変化に係る物体1201に対応付けて「箱を追加して下さい」というように、物体の名称等と共に、元の状態に戻す方法を示す指示情報1203が重畳表示される。また、変化に係る物体1204に対応付けて「ポスターを除去して下さい」という指示情報1206が重畳表示される。

20

#### 【0057】

(第5の実施形態)

次に、第5の実施形態に係る情報処理装置100について説明する。第5の実施形態に係る情報処理装置100は、環境変化が検出された場合に、環境を指標マップに合わせるか、指標マップを環境変化に合わせて更新するか、いずれか一方を動作モードに応じて選択する。以下、第5の実施形態に係る情報処理装置100について、他の実施形態に係る情報処理装置100と異なる点について説明する。

30

#### 【0058】

図13は、第5の実施形態に係る情報処理装置100のソフトウェア構成を示す図である。第5の実施形態に係る情報処理装置100のソフトウェア構成は、第4の実施形態に係る情報処理装置100のソフトウェア構成とほぼ同様である。ただし、第5の実施形態に係る情報処理装置100は、第4の実施形態に係る情報処理装置100の構成に加えて、選択部1301と、更新部1302と、を有している。

40

#### 【0059】

選択部1301は、入力部106を介して行われたユーザ操作に応じて、動作モードを選択する。なお、本実施形態においては、動作モードとして、第1のモード及び第2のモードがあるものとする。ここで、第1のモードは、環境の変化が検出された場合に、環境を変化前の状態に戻すための指標マップを表示する動作モードである。第2のモードは、環境の変化が検出された場合に、変化後の環境に合わせて、記憶部202に記憶されている指標マップを更新する動作モードである。更新部1302は、環境の変化が検出された場合に、検出された変化後の環境に応じて、指標マップを更新する。

#### 【0060】

50

図14は、第5の実施形態に係る情報処理装置100の情報処理を示すフローチャートである。S1400及びS1401の処理は、第4の実施形態において参照する第1の実施形態のS300及びS301の処理(図3)と同様である。S1401の処理の後、CPU101は、処理をS1402へ進める。S1402において、選択部1301は、ユーザ操作に応じて第1のモード又は第2のモードを選択する。

#### 【0061】

次に、S1403において、CPU101は、動作モードを確認する。CPU101は、動作モードとして第1のモードが選択された場合には(S1403でYes)、処理をS1404へ進める。CPU101は、動作モードとして第2のモードが選択された場合には(S1403でNo)、処理をS1406へ進める。なお、ユーザが動作モードを選択するタイミングは、実施形態に限定されるものではない。選択部1301は、情報処理の開始前にユーザ操作を受け付け、これに従い動作モードを選択しておいてもよい。

10

#### 【0062】

S1404において、生成部204は、指示情報を生成し、その後、S1405において、表示処理部205は、指示情報を表示部105に表示するよう制御する。なお、S1404及びS1405の処理は、図10を参照しつつ説明した第4の実施形態のS1002及びS1003の処理と同様である。

#### 【0063】

一方で、S1406において、更新部1302は、記憶部202に記憶されている指標マップを、変化後の環境に合わせて更新する。本処理については、例えば、特許文献1を参照することができる。以上で、情報処理が終了する。なお、第5の実施形態に係る情報処理装置100のこれ以外の構成及び処理は、他の実施形態に係る情報処理装置100の構成及び処理と同様である。

20

#### 【0064】

以上のように、第4の実施形態に係る情報処理装置100は、環境の変化が検出された場合に、ユーザは、状況に応じて所望の処理を選択することができる。このため、情報処理装置100は、環境の変化が検出される度に、指標マップを更新することがないため、更新に係る手間を省くことができる。また、情報処理装置100の位置及び姿勢の推定精度を補償できる環境を維持することができる。このため、指標マップを用いた情報処理装置100の位置及び姿勢の推定を安定して行うことができる。

30

#### 【0065】

第5の実施形態の第1の変更例としては、選択部1301は、対象画像において、環境が変化した領域が複数検出された場合には、領域毎に動作モードを選択してもよい。また、環境の変化が物体に係るものである場合には、選択部1301は、物体毎に動作モードを選択してもよい。

#### 【0066】

第2の変更例としては、選択部1301は、検出部203が検出した変化の内容に応じて、動作モードを選択してもよい。選択部1301は、例えば、対象画像に新たな物体が現れたことが検出された場合には、第1のモードを選択し、対象画像から物体が消えたことが検出された場合及び物体の配置変化が検出された場合には、第2のモードを選択してもよい。これにより、例えば、配置を元に戻しやすいような環境変化に対し第1のモードを割り当てることにより、より利便性を向上させることができる。

40

#### 【0067】

第3の変更例としては、選択部1301は、検出部203が変化を検出した物体に応じて、動作モードを選択してもよい。この場合、記憶部202は、第2の実施形態において説明した記憶部202と同様に、物体領域と物体の識別子とを対応付けた情報を記憶しているものとする。そして、本変更例においては、記憶部202はさらに、物体の識別子に対応付けて、動作モードを記憶しているものとする。または、第2の実施形態の変更例に係る記憶部202と同様に、物体の3次元環境モデルと、識別子とを対応付けて記憶してもよい。この場合も同様に、記憶部202は、識別子に対応付けて、動作モードを記憶す

50

る。そして、検出部 203 は、検出された物体の識別子に対応付けられている動作モードを選択する。なお、第 2 の実施形態において説明したように、物体の識別子は、物体の種類を識別するものであってもよい。これにより、例えば、配置を元に戻しやすい物体に対して第 1 のモードを割り当てることにより、より利便性を向上させることができる。

【0068】

第 4 の変更例としては、選択部 1301 は、指標マップを、変化後の環境に合わせて更新するために必要な、ユーザの作業コストを推定し、作業コストに基づいて、動作モードを選択してもよい。具体的には、選択部 1301 は、作業コストが予め定めた基準値を超えた場合に第 1 のモードを選択し、基準以下の場合に第 2 のモードを選択する。作業コストは、指標マップとして記憶部 202 に記憶されているキーフレームのうち、環境の変化が特定された領域を含む画像の数とする。環境の変化が特定された領域を含む画像の数が多いほど、更新が必要な画像の数が多くなり、ユーザが画像を再撮影する作業量が増加するためである。

10

【0069】

なお、作業コストは、指標マップを、変化後の環境に合わせて更新するために必要な、ユーザの手間や時間を示す指標値であればよく上記の例に限定されるものではない。例えば、選択部 1301 は、環境が変化した領域や物体のサイズに基づいて、作業コストを推定してもよい。環境が変化した領域や物体のサイズが大きいほど、指標マップを更新するために必要な撮影枚数が多いことが予測される。このため、選択部 1301 は、領域や物体のサイズが大きい程大きくなるような作業コストを推定すればよい。

20

【0070】

第 5 の変更例としては、選択部 1301 は、変化後の環境を指標マップに示される変化前の状態に戻すために必要な、ユーザの作業コストを推定し、この作業コストに基づいて、動作モードを選択してもよい。そして、選択部 1301 は、作業コストが予め定めた基準以下の場合に第 1 のモードを選択し、基準を超えた場合に第 2 のモードを選択する。作業コストは、環境変化に係る物体の数としてもよい。物体の数が多いほど、ユーザの作業量が増加するためである。なお、環境変化を变化前の状態に戻すための作業コストは、ユーザが物体の配置を変更するために必要となる時間や手間を示す指標であればよく、上記の例に限定されるものではない。また、選択部 1301 は、第 4 の変更例において説明した作業コストと、第 5 の変更例において説明した作業コストとに基づいて、動作モードを選択してもよい。

30

【0071】

第 6 の変更例としては、選択部 1301 は、指標マップを用いた、カメラ 210 の位置姿勢の推定精度を算出し、算出した推定精度に基づいて、動作モードを選択してもよい。選択部 1301 は、指標マップに合わせて物体の配置を変更した場合と、指標マップを变化後の環境に合わせて更新した場合のそれぞれにおける、指標マップを用いた、カメラ 210 の位置姿勢の推定精度を算出する。そして、選択部 1301 は、前者の推定精度が高い場合には、第 1 のモードを選択し、後者の推定精度が高い場合には、第 2 のモードを選択する。本処理は、変化の前後それぞれの状態に対応する指標情報を用いた、カメラ 210 の位置姿勢の推定精度を算出する算出処理の一例である。

40

【0072】

選択部 1301 は、画像に含まれる特徴や距離値の空間的な分布の広がりに基づいて、位置姿勢の推定精度を算出する。画像に含まれる特徴は、コーナー点とする。空間的な分布の広がり、次のようにして求める。まず、各コーナー点の画素位置または各距離点の 3 次元位置をベクトルとした主成分分析を行い、それぞれ 2 軸及び 3 軸の寄与率を算出する。そして、最小寄与率の値を最大寄与率の値で除した値を、空間的な分布の広がりとして求める。これにより、カメラ 210 の位置姿勢推定の精度低下を防ぐことができる。

【0073】

なお、上記の例では、位置姿勢推定の精度を示す指標として、エッジ特徴や距離値の空間的な分布の広がりを用いることとした。しかし、位置姿勢の推定精度の算出に用いられ

50

る情報は、上記の例に限定されるものではない。例えば、コーナー点の数を指標としてもよい。あるいは、コーナー点の検出精度や距離値の精度を指標としてもよい。

【0074】

以上、上述した各実施形態によれば、撮像装置の位置及び姿勢の推定を安定して行うことができる。

【0075】

以上、本発明の好ましい実施形態について詳述したが、本発明に係る特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

【0076】

(その他の実施例)

本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路(例えば、ASIC)によっても実現可能である。

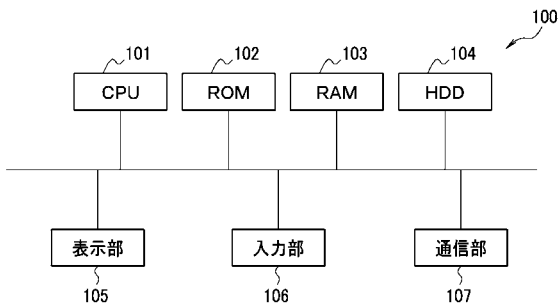
【符号の説明】

- 100 情報処理装置
- 202 記憶部
- 203 検出部
- 205 表示処理部
- 210 カメラ

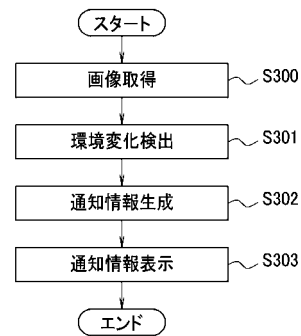
10

20

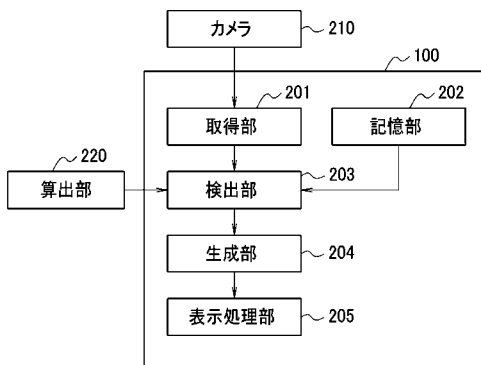
【図1】



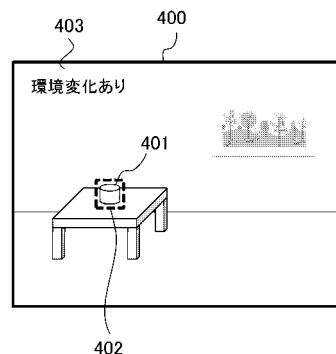
【図3】



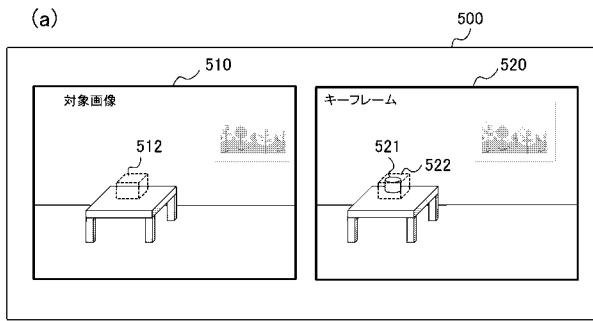
【図2】



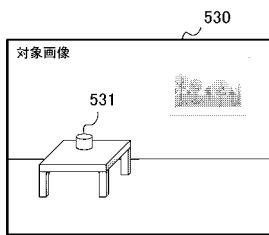
【図4】



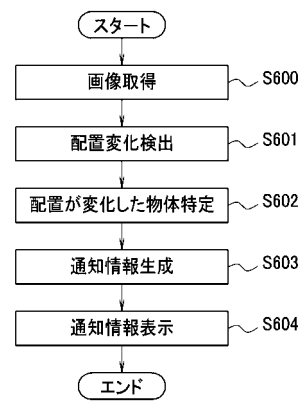
【 図 5 】



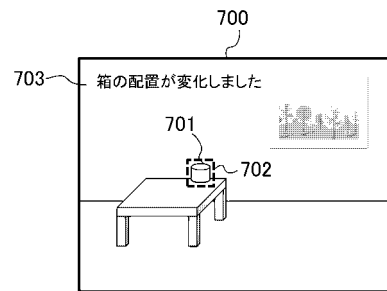
(b)



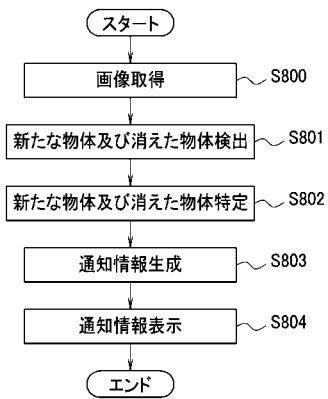
【 図 6 】



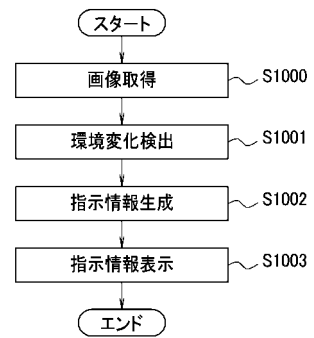
【 図 7 】



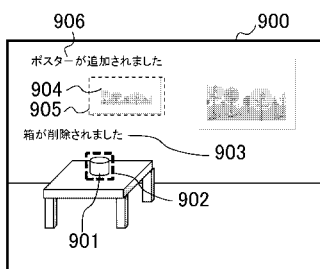
【 図 8 】



【 図 10 】

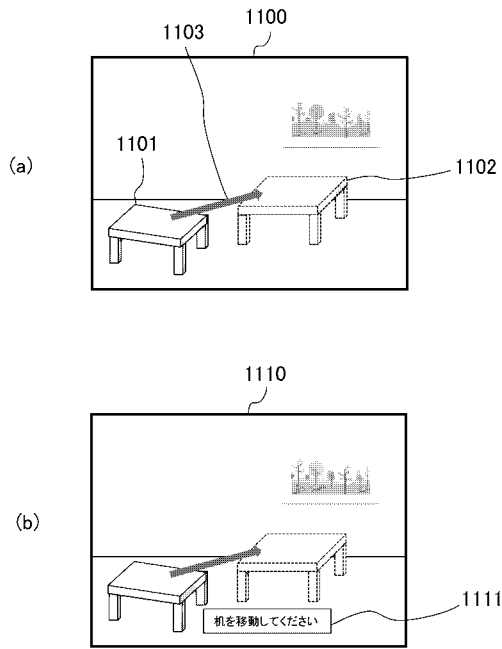


【 図 9 】

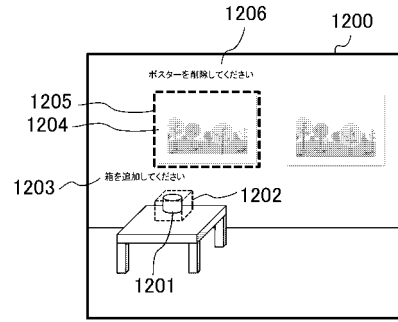




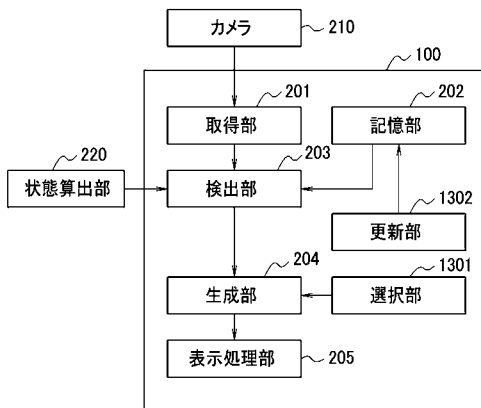
【図 1 1】



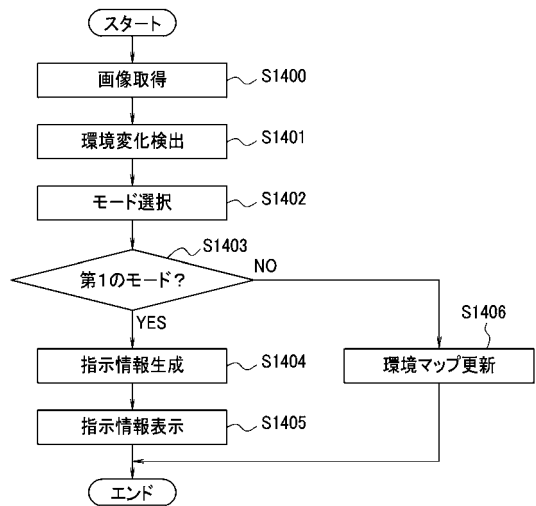
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
G 0 1 B 11/27 H  
G 0 6 T 1/00 3 1 5

Fターム(参考) 2F065 AA01 AA37 BB27 DD03 FF04 JJ19 JJ26 QQ24 QQ25 QQ31  
SS01  
5B057 AA19 BA17 CA08 CA12 CA16 CD14 CH16 DA08 DA16 DB02  
DB09 DC08 DC32 DC36  
5C054 CC02 FC01 FC12 FD03 FE28 HA18  
5C122 EA47 FH01 FH10 FH14 FH18 FK15 FK35 FK41 GA20 HA01  
HA88