(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)公開番号
特開2023-115993
(P2023-115993A)
(43)公開日　令和5年8月22日(2023.8.22)

(51)国際特許分類	FI	テーマコード（参考）
G06T 7/55 (2017.01)	G06T 7/55	5L096

審査請求　未請求　請求項の数　16　ＯＬ　（全17頁）

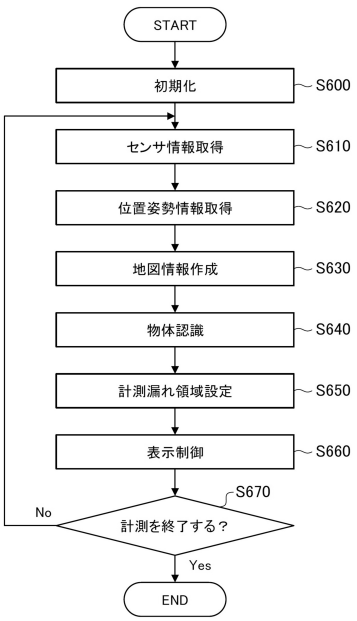
(21)出願番号　特願2022-18484(P2022-18484)
(22)出願日　令和4年2月9日(2022.2.9)

(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　100114775
弁理士　高岡 亮一
(74)代理人　100121511
弁理士　小田 直
(74)代理人　100208580
弁理士　三好 玲奈
(72)発明者　降簱 久義
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

Ｆターム（参考）　5L096　AA06 AA09 BA08 DA01 FA66 FA67 FA69 HA03 KA04

(54)【発明の名称】　情報処理装置、移動体、情報処理方法、コンピュータプログラム、及び記憶媒体

(57)【要約】
【課題】
計測漏れを低減した高品質な地図を作成可能な情報処理装置を提供する。
【解決手段】
情報処理装置において、移動体に搭載した３次元センサから、形状情報を含むセンサ情報を取得し、前記３次元センサが前記形状情報を計測した際の前記３次元センサの位置姿勢情報を取得し、前記形状情報と、前記位置姿勢情報とに基づいて、形状地図を作成する地図情報作成し、前記センサ情報に基づいて、動的物体の部位を認識し、前記センサ情報と、前記位置姿勢情報と、前記部位に基づいて、前記形状地図における計測漏れを示す計測漏れ領域を設定する。
【選択図】図４



【特許請求の範囲】
【請求項１】
移動体に搭載した３次元センサから、形状情報を含むセンサ情報を取得するセンサ情報取得手段と、
前記３次元センサが前記形状情報を計測した際の前記３次元センサの位置姿勢情報を取得する位置姿勢情報取得手段と、
前記形状情報と、前記位置姿勢情報とに基づいて、形状地図を作成する地図情報作成手段と、
前記センサ情報に基づいて、動的物体の部位を認識する物体認識手段と、
前記センサ情報と、前記位置姿勢情報と、前記部位に基づいて、前記形状地図における計測漏れを示す計測漏れ領域を設定する設定手段と、を有することを特徴とする情報処理装置。
【請求項２】
前記形状地図と、前記計測漏れ領域と、を区別して表示するための表示信号を生成する表示制御手段と、を有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３】
前記設定手段は、前記３次元センサの位置姿勢に基づき、前記部位に向かう方向の奥にある領域を、前記計測漏れ領域として設定することを特徴とする請求項１又は２に記載の情報処理装置。
【請求項４】
前記設定手段は、前記部位を、前記計測漏れ領域として設定することを特徴とする請求項１～３のいずれか１項に記載の情報処理装置。
【請求項５】
前記設定手段は、前記計測漏れ領域の内、前記物体認識手段が前記動的物体を認識した時刻とは異なる時刻において、前記３次元センサが計測できた領域を前記計測漏れ領域から除くことを特徴とする請求項１～４のいずれか１項に記載の情報処理装置。
【請求項６】
２次元の画像情報を取得するカメラを有し、
前記物体認識手段は、２次元の前記画像情報に基づいて前記動的物体の前記部位を認識することを特徴とする請求項１～５のいずれか１項に記載の情報処理装置。
【請求項７】
前記位置姿勢情報と、前記計測漏れ領域とに基づいて、前記３次元センサで前記計測漏れ領域を計測するための前記移動体の移動又は回転を制御する制御手段を有することを特徴とする請求項１～６のいずれか１項に記載の情報処理装置。
【請求項８】
前記３次元センサはステレオカメラ又はＬｉＤＡＲ又はＤＡＦ機能を有する撮像素子を含むことを特徴とする請求項１～７のいずれか１項に記載の情報処理装置。
【請求項９】
前記位置姿勢情報取得手段は、前記移動体を駆動するための制御信号に基づき前記３次元センサの前記位置姿勢情報を取得することを特徴とする請求項１～８のいずれか１項に記載の情報処理装置。
【請求項１０】
前記位置姿勢情報取得手段は、前記３次元センサから取得した距離画像に基づき前記３次元センサの前記位置姿勢情報を取得することを特徴とする請求項１～８のいずれか１項に記載の情報処理装置。
【請求項１１】
前記位置姿勢情報取得手段は、２次元画像を撮像するカメラ、ジャイロセンサ、磁気センサの少なくとも１つを用いて前記位置姿勢情報を取得することを特徴とする請求項１～１０のいずれか１項に記載の情報処理装置。
【請求項１２】

前記地図情報作成手段は、３次元又は２次元の前記形状地図を作成することを特徴とする請求項１～１１のいずれか１項に記載の情報処理装置。
【請求項１３】
請求項１～１２のいずれか１項に記載の情報処理装置と、
前記３次元センサと、
前記形状地図に基づき前記移動体の移動又は回転を制御する制御手段と、を有することを特徴とする移動体。
【請求項１４】
移動体に搭載した３次元センサから、形状情報を含むセンサ情報を取得するセンサ情報取得ステップと、
前記３次元センサが前記形状情報を計測した際の前記３次元センサの位置姿勢情報を取得する位置姿勢情報取得ステップと、
前記形状情報と、前記位置姿勢情報とに基づいて、形状地図を作成する地図情報作成ステップと、
前記センサ情報に基づいて、動的物体の部位を認識する物体認識ステップと、
前記センサ情報と、前記位置姿勢情報と、前記部位に基づいて、前記形状地図における計測漏れを示す計測漏れ領域を設定する設定ステップと、を有することを特徴とする情報処理方法。
【請求項１５】
請求項１～１２のいずれか１項に記載の情報処理装置又は請求項１３に記載の移動体の各手段をコンピュータにより制御するためのコンピュータプログラム。
【請求項１６】
請求項１５に記載のコンピュータプログラムを記憶したコンピュータで読み取り可能な記憶媒体。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、情報処理装置、移動体、情報処理方法、コンピュータプログラム、及び記憶媒体に関する。
【背景技術】
【０００２】
３次元センサを移動・回転して複数の地点から計測した形状情報を元に、周囲環境全体の形状を表す形状地図（以降、単に地図と表現する）を作成する技術がある。一般的に、この地図は物理的に移動しない静的物体のみで構成できていることが望ましい。
【０００３】
特許文献１では、人や車などの動的物体をカメラの画像で認識し、それに対応する形状情報を除去することで、動的物体を除いた地図を作ることができる。又、このようにして作成される占有と非占有の領域を表す地図の作成方法は、例えば非特許文献１に記載されており、機械学習に基づく人の認識方法は例えば非特許文献２に記載されている。又、距離画像に基づきセンサの位置姿勢を推定する方法や３次元の地図を作成する方法は、例えば非特許文献３に記載されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２０２０－８７４０７号公報
【非特許文献】
【０００５】
【非特許文献１】Ｓｅｂａｓｔｉａｎ Ｔｈｒｕｎ，Ａｒｎｏ Ｂｕｃｋｅｎ，”Ｉｎｔｅｇｒａｔｉｎｇ ｇｒｉｄ－ｂａｓｅｄ ａｎｄ ｔｏｐｏｌｏｇｉｃａｌ ｍａｐｓ ｆｏｒ ｍｏｂｉｌｅ ｒｏｂｏｔ ｎａｖｉｇａｔｉｏｎ”，Ｐｒｏｃｅｅｄｉｎｇｓ

of the Thirteenth National Conference on Artificial Intelligence，199．
【非特許文献２】Jamie Shotton，et al，”Real－time Human Pose Recognition in Parts from Single Depth Images”，CVPR201
【非特許文献３】R．Newcombe，et al，”Kinect Fusion：Real－Time Dense Surface Mapping and Tracking”，EEE International Symposium Mixed and Augmented Reality（ISMAR），201

【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
しかしながら、３次元センサを移動・回転して環境を計測する際に動的物体が映り込むと、動的物体が地図に入り込むだけでなく、その物体の背後に隠れた領域を計測できなくなるため、地図に計測漏れが生まれ、品質が低下する。特許文献１や非特許文献１～３にはそのような問題は認識されていない。
【０００７】
本発明は、以上の課題を鑑みたものであり、計測漏れを低減した高品質な地図を作成可能な情報処理装置を提供することを１つの目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
本発明の１つの側面は、情報処理装置において、
移動体に搭載した３次元センサから、形状情報を含むセンサ情報を取得するセンサ情報取得手段と、
前記３次元センサが前記形状情報を計測した際の前記３次元センサの位置姿勢情報を取得する位置姿勢情報取得手段と、
前記形状情報と、前記位置姿勢情報とに基づいて、形状地図を作成する地図情報作成手段と、
前記センサ情報に基づいて、動的物体の部位を認識する物体認識手段と、
前記センサ情報と、前記位置姿勢情報と、前記部位に基づいて、前記形状地図における計測漏れを示す計測漏れ領域を設定する設定手段と、を有することを特徴とする。
【発明の効果】
【０００９】
本発明によれば、計測漏れを低減した高品質な地図を作成可能な情報処理装置を実現できる。
【図面の簡単な説明】
【００１０】
【図１】第１の実施形態におけるユースケースの場面設定を示す図である
【図２】第１の実施形態における移動ロボットの構成を示す図である。
【図３】第１の実施形態における情報処理装置５００の内部と関連するモジュールの構成を表す機能ブロック図である。
【図４】第１の実施形態における処理手順を示すフローチャートである。
【図５】第１の実施形態における地図の例を示す図である。
【図６】第１の実施形態における３次元センサと動的物体の位置関係を示す図である。
【図７】第１の実施形態における地図上に計測漏れ領域を表示する例を示す図である。
【図８】第１の実施形態における地図上に計測漏れ領域を表示する他の例を示す図である。
【図９】第２の実施形態における計測漏れ領域を再計測する例を示す図である。
【図１０】第２の実施形態における計測漏れ領域のうち再計測した部分を削除した例を示す図である。

【図１１】実施形態３における情報処理装置５０１の内部と関連するモジュールの構成を表す機能ブロック図である。
【図１２】第３の実施形態における処理手順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】
【００１１】
以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。ただし、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。なお、各図において、同一の部材または要素については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略または簡略化する。
【００１２】
＜第１の実施形態＞
第１の実施形態では、３次元センサを備えたＡＧＶ（Ａｕｔｏｍａｔｉｃ Ｇｕｉｄｅｄ Ｖｅｈｉｃｌｅ）やＡＭＲ（Ａｕｔｏｎｏｍｏｕｓ Ｍｏｂｉｌｅ Ｒｏｂｏｔ）などの移動ロボットを用いるケースについて説明する。又、本実施形態の移動ロボットは、移動や回転して周囲環境を計測し、複数の地点で得られた形状情報を元に地図を作成するＳＬＡＭ（Ｓｉｍｕｌｔａｎｅｏｕｓ Ｌｏｃａｌｉｚａｔｉｏｎ ａｎｄ Ｍａｐｐｉｎｇ）技術が使われている。
【００１３】
図１は、第１の実施形態におけるユースケースの場面設定を示す図である。図１において、移動体としての移動ロボット２００は、３次元センサ１００を備え、ユーザー３００がコントローラ４００を使って移動を制御する。表示装置４１０には、現在時点までの経路上で計測した形状情報を元に作成した形状地図を表示する。
【００１４】
ユーザー３００は表示装置４１０に表示された地図を参考に、所望の地図が出来上がるように移動ロボット２００を制御して計測地点を増やす。
本実施形態では、動的物体が映り込んだ時、３次元センサで取得した形状情報のうち動的物体に相当する部位を認識し、その物体の背後にあり３次元センサから計測できない領域（以降、計測漏れ領域と表現する）を、表示装置４１０に表示する。
【００１５】
ユーザー３００は、ここで表示される情報を確認し、計測漏れ領域を見つけた場合、動的物体を排除する等の処理を行う。その後、３次元センサ１００がこの領域を計測できるように移動ロボット２００を移動・回転して再計測することで、計測漏れのない高品質な地図を作成できる。
【００１６】
以降、本実施形態の詳しい説明を行う。先ず、本実施形態のモジュール構成について説明する。
図２は、第１の実施形態における移動ロボットの構成を示す図であり、２００は、移動ロボットを表し、１００は形状情報を取得する３次元センサ、２１０は移動ロボット２００の車輪を駆動制御する制御部、５００は本実施形態における情報処理装置を表す。
【００１７】
尚、情報処理装置５００にはコンピュータとしてのＣＰＵが内蔵されており、記憶媒体としてのメモリに記憶されたコンピュータプログラムに基づき移動ロボット２００全体の各部の動作を制御する制御手段として機能している。又、制御部２１０は、情報処理装置５００で形成された形状地図に基づき移動体の移動又は回転（操舵）を制御する。
【００１８】
図３は、第１の実施形態における情報処理装置５００の内部と関連するモジュールの構成を表す機能ブロック図である。尚、図３に示される機能ブロックの一部は、情報処理装置５００に含まれる不図示のコンピュータに、不図示の記憶媒体としてのメモリに記憶されたコンピュータプログラムを実行させることによって実現されている。しかし、それらの一部又は全部をハードウェアで実現するようにしても構わない。ハードウェアとしては、専用回路（ＡＳＩＣ）やプロセッサ（リコンフィギュラブルプロセッサ、ＤＳＰ）など

を用いることができる。
【００１９】
又、図３に示される夫々の機能ブロックは、同じ筐体に内蔵されていなくても良く、互いに信号路を介して接続された別々の装置により構成しても良い。
尚、図３に関する上記の説明は、図１１についても同様に当てはまる。
図３において、５１０はセンサ情報取得部、５２０は位置姿勢情報取得部、５３０は地図情報作成部、５４０は物体認識部、５５０は設定部、５６０は表示制御部を表す。
【００２０】
３次元センサ（３Ｄセンサ）１００は、物体の形状情報を取得するセンサである。本実施形態では、物体の距離画像を撮影するデプスセンサであり、例えばステレオカメラ等により構成されている。
【００２１】
移動ロボット２００は例えば水平面上を移動するロボットであり、制御部２１０からの制御信号に基づいてモータ等を駆動し、移動や水平面内での回転（操舵）を行う。尚、移動ロボット２００の位置姿勢と３次元センサ１００の相対的な位置姿勢は予め所定の関係となるように設定されている。従って、移動ロボットに備えられた３次元センサの位置姿勢は、制御部２１０からの制御信号に基づいて計算できる。
【００２２】
表示装置４１０は画像を出力するモニタである。センサ情報取得部５１０は、移動体に搭載した３次元センサ１００から形状情報を含むセンサ情報を取得する。位置姿勢情報取得部５２０は、位置姿勢情報推定部２３０から、３次元センサ１００が形状情報を計測した際の３次元センサの位置姿勢情報を取得する。
【００２３】
位置姿勢情報推定部２３０は、３次元センサ１００の位置姿勢を推定するためのものであり、例えば移動体の駆動制御のための制御信号やジャイロセンサ等に基づき３次元センサ１００の位置姿勢を推定する。地図情報作成部５３０は、センサ情報取得部５１０で取得した形状情報と、位置姿勢情報取得部５２０で取得した位置姿勢情報に基づいて、周囲の形状地図を作成する。
【００２４】
物体認識部５４０は、３次元センサ１００で取得した形状情報のうち、動的物体に相当する部位を認識する。設定部５５０は、センサ情報取得部５１０で取得した形状情報を含むセンサ情報と、位置姿勢情報取得部５２０で取得した位置姿勢情報と、物体認識部５４０で認識した部位に基づいて、形状地図における計測漏れを示す計測漏れ領域を設定する。表示制御部５６０は、地図情報作成部５３０で作成した地図と、設定部５５０で設定した計測漏れ領域とを区別した表示情報を生成する。
【００２５】
次に、本実施形態の具体的な処理手順について説明する。図４は、第１の実施形態における処理手順を示すフローチャートである。尚、情報処理装置５００内のコンピュータがメモリに記憶されたコンピュータプログラムを実行することによって図４のフローチャートの各ステップの動作が行われる。又、図４のフローは例えば移動ロボット２００の電源を入れて地図作成モードにすることによってスタートする。
【００２６】
ステップＳ６００において、情報処理装置５００は、画像の取得や計算を行うための初期化を行う。具体的には、プログラムやセンサの起動、処理に必要なパラメータの取得を情報処理装置５００に含まれる不図示の記憶部からロードする等の処理を行う。
【００２７】
ステップＳ６１０（センサ情報取得ステップ）において、情報処理装置５００は、センサ情報取得部５１０によって、３次元センサ１００からセンサ情報（形状情報）を取得する。具体的には、距離画像を取得する。各時点ｉにおいて取得した距離画像をＤｉ（ｉ＝０～ｔ）とする。ここで、ｉ＝０は、初期化した時点の時刻で、ｔは現在の時刻を表す。

又、Ｄｉに含まれる各画素ｊが示す３次元座標をＲｉｊとする。尚、Ｒｉｊは３次元センサ１００を原点にとした３次元座標である。

【００２８】

ステップＳ６２０（位置姿勢情報取得ステップ）において、情報処理装置５００は、位置姿勢情報取得部５２０により、位置姿勢情報推定部２３０から３次元センサ１００の位置姿勢情報を取得する。本実施形態では、３次元センサ１００の位置姿勢は、制御部２１０の制御信号に基づいて計算する。各時点ｉにおいて取得した位置姿勢をＰｉとする。尚、制御部２１０は、移動ロボット２００の移動量と（水平）回転量を含む制御信号に基づいて、移動ロボット２００の車輪を制御するモジュールである。

【００２９】

位置姿勢情報推定部２３０では、移動ロボット２００の移動量と回転量の情報に基づいて、移動ロボット２００の位置姿勢Ｑｉを推定する。そして、予めキャリブレーションを行い計算しておいた移動ロボット２００と３次元センサ１００の相対的な位置姿勢に基づいてＱｉを座標変換して、３次元センサの位置姿勢Ｐｉを推定する。

【００３０】

ここで、位置姿勢Ｐｉは、３次元の位置のパラメータと、３次元の姿勢のパラメータを含み、初期化した時点の移動ロボット２００の位置を中心とした座標系Ｏで表現する。又、座標系ＯのＸＹ平面を、出力する地図の平面と定義し、座標系ＯのＸ座標とＹ座標が地図の２次元の座標を表す。例えば、位置姿勢ＰｉのＸ座標とＹ座標の成分は、地図上での２次元座標を表す。位置姿勢Ｐｉの地図上での２次元座標をＱｉとする。

【００３１】

ステップＳ６３０（地図情報作成ステップ）において、情報処理装置５００は、地図情報作成部５３０により、センサ情報取得部５１０で取得した形状情報と、位置姿勢情報取得部５２０で取得した位置姿勢に基づいて、環境の形状地図を作成する。

図５は、第１の実施形態における地図の例を示す図であり、本実施形態では、地図情報は図５の７００に示すように、移動ロボットが移動する部屋を上側から見たような２次元の地図である。

【００３２】

地図７００において、黒色の領域は物が存在する占有領域を表し、白色の領域は物が存在しない非占有領域を表す。ここで、占有・非占有は、距離画像Ｄｉによって判定できる。具体的には、距離画像Ｄｉに含まれる各画素ｊの３次元座標Ｒｉｊに基づいて、３次元センサ１００の中心からその座標までは物がない非占有領域で、その座標から奥は物がある占有領域と判定できる。

【００３３】

この判定結果を地図上に反映するために、先ず、各時点ｉで取得した位置姿勢Ｐｉを利用して、距離画像Ｄｉに含まれる各画素ｊの３次元座標Ｒｉｊを地図に投影する。地図上に投影した２次元座標はＳｉＪとする。そして、地図上での３次元センサの２次元座標ＱｉからＳｉｊまでの領域は物がない非占有領域、Ｓｉｊを超えた領域は物がある占有領域として判定できる。

【００３４】

これをすべての距離画像Ｄｉ（ｉ＝０～ｔ）について計算することで、移動ロボット２００を移動・回転して計測した全体の範囲について占有と非占有の判定を行う。この占有と非占有の領域を白黒の二色で表現することで図５に示すような地図７００を作成できる。

【００３５】

このような占有・非占有を表す地図７００はＯｃｃｕｐａｎｃｙ　Ｍａｐと呼ばれる。Ｏｃｃｕｐａｎｃｙ　Ｍａｐの作成方法は公知であり、例えば前述の非特許文献１に記載された方法を用いて作成しても良い。

【００３６】

ステップＳ６４０（物体認識ステップ）において、情報処理装置５００は、物体認識部

５４０により、３次元センサ１００で取得した形状情報のうち、動的物体に相当する部位を認識する。本実施形態では、動的物体を例えば人と定義し、これをセンサ情報取得部５１０で取得した距離画像に基づいて認識する。距離画像から人を認識する方法は、例えば機械学習に基づく方法が利用できる。

【００３７】

具体的には、人が映る様々な距離画像を入力に、人が存在する部位を学習しておくことで、与えられた距離画像Ｄｉについても同様の部位を認識するプログラムを用意することができる。機械学習に基づく人の認識方法は公知であり、例えば前述の非特許文献２に記載された方法を用いても良い。尚、距離画像上で認識した部位に含まれる画素の３次元座標をＴｉｋとする。ｋは、画素の番号を表す。

【００３８】

ステップＳ６５０（設定ステップ）において、情報処理装置５００は、設定部５５０は、センサ情報取得部５１０で取得した形状情報と、位置姿勢情報取得部５２０で取得した位置姿勢と、物体認識部５４０で認識した部位に基づいて、計測漏れ領域を設定する。

【００３９】

具体的には、先ず、時刻ｉにおいて物体認識部５４０で動的物体が認識された場合、認識した部位に含まれる３次元座標Ｔｉｋを、地図上に投影する。投影した２次元座標をＵｉｋとする。図６は、第１の実施形態における３次元センサと動的物体の位置関係を示す図である。ここで、図６に示す様に、３次元センサの位置Ｑｉ（８１０）から、Ｕｉｋ（８２０の点群）に向かう直線上で、Ｕｉｋの奥にある領域が計測漏れ領域とする。即ち、３次元センサの位置姿勢に基づき、認識された部位に向かう方向の奥（背後）にある領域を、計測漏れ領域として設定する。

【００４０】

本実施形態では、直線上でＵｉｋの位置から所定長Ｌの範囲にある線分をＶｉｋ（８３０）とし、線分Ｖｉｋ（８３０）から所定範囲Ｍにある領域（８４０）を計測漏れ領域として設定する。尚、各時刻ｉにおいて設定した領域をＡｉとする。領域Ａｉは、不図示の記憶部で保存する。

【００４１】

ステップＳ６６０において、情報処理装置５００は、表示制御部５６０により、地図情報作成部５３０で作成した地図と、設定部５５０で設定した計測漏れを示す計測漏れ領域情報とを区別した表示情報を生成し、表示装置により表示させる。

【００４２】

図７は、第１の実施形態における地図上に計測漏れ領域を表示する例を示す図である。

本実施形態では、図７の様に、地図上の占有領域や非占有領域に対して、計測漏れ領域の模様を変えて表示する。

ここで、７１０は地図を表し、７１１は計測漏れ領域を表す。又、表示する情報は、不図示の通信部を経由してユーザー３００が操作するコントローラ４００上にある表示装置４１０に表示する。

【００４３】

尚、ユーザー３００は、ここで表示される情報を確認し、計測漏れを見つけた場合、動的物体を地図から削除するなどの処理を行った後、３次元センサ１００が計測漏れ領域を計測できるように移動ロボット２００を移動・回転して再計測する。それにより、計測漏れのない高品質な地図を作成できる。

【００４４】

ステップＳ６７０において、情報処理装置５００は、ステップＳ６１０～６６０の処理を、ユーザーが計測の終了を指示するまで繰り返す。各繰り返しにおいて、センサ情報取得部５１０では、新しい時刻のセンサ情報を取得して処理を行う。

【００４５】

以上述べたように、本実施形態では、動的物体による計測漏れ領域を地図上に表示することができる。ユーザーは、この表示を見て計測漏れを補えるように３次元センサの位置

や方向を制御することで、計測漏れのない高品質な地図を作成できる。

【００４６】

（センサ情報取得部の他の例）

尚、第１の実施形態では、３次元センサ１００は、距離画像を取得するデプスセンサである。但し、３次元センサは物体の形状情報を取得するセンサであればどのようなセンサでも良い。前述のようにステレオカメラを用いてステレオマッチングにより距離画像を作成しても良いし、レーザーを利用して形状情報を取得するＬｉＤＡＲ（Ｌｉｇｈｔ Ｄｅｔｅｃｔｉｏｎ Ａｎｄ Ｒａｎｇｉｎｇ）等を用いても良い。或いは、ＤＡＦ機能を有するＣＭＯＳイメージセンサなどの撮像素子を用いても良い。尚、ＤＡＦはＤｕａｌ Ｐｉｘｅｌ Ａｕｔｏ Ｆｏｃｕｓの略である。

【００４７】

又、センサ情報取得部５１０は、３次元センサ１００に加え、複数のセンサ情報を取得しても良い。例えば、画像を取得する２次元のカメラや、ジャイロセンサ、床に張り付けた磁気テープの位置を認識する磁気センサなどのセンサ情報を加えて取得しても良い。ここで取得した複数のセンサ情報は、後で詳述するように、位置姿勢情報取得部５２０や物体認識部５４０で利用しても良い。

【００４８】

（位置姿勢情報取得部の他の例）

又、第１の実施形態では、位置姿勢情報取得部５２０は、位置姿勢情報推定部２３０で推定した位置姿勢を取得する。本実施形態では、位置姿勢情報推定部２３０では、移動体としての移動ロボット２００の駆動をするための制御信号に基づいて３次元センサ１００の位置姿勢を推定している。しかし、位置姿勢情報取得部５２０で取得する位置姿勢は、どのような方法で推定した位置姿勢を取得しても良い。

【００４９】

例えば、位置姿勢情報推定部２３０は、センサ情報取得部５１０により３次元センサから取得した距離画像に基づいて、３次元センサの位置姿勢を推定しても良い。例えば、各時刻ｉにおける距離画像Ｄｉを入力として、画像間の相対的な位置姿勢をＩＣＰにより計算し、相対的な位置姿勢の累積値を計算することで、各時刻ｉにおける３次元センサの位置姿勢を推定して取得することもできる。尚、ＩＣＰはＩｔｅｒａｃｔｉｖｅ Ｃｌｏｓｅｄ Ｐｏｉｎｔの略である。

【００５０】

距離画像に基づくセンサの位置姿勢の推定方法は公知であり、例えば前述の非特許文献３に記載された方法を用いても良い。又、センサ情報取得部５１０で、２次元のカメラやジャイロセンサ、磁気センサなどのセンサ情報を加えて取得する場合に、これらのセンサ情報を更に利用して位置姿勢を推定しても良い。即ち、２次元画像を撮像するカメラ、ジャイロセンサ、磁気センサなどの少なくとも１つを用いて位置姿勢情報推定を行っても良い。

【００５１】

（地図情報作成部の他の例）

又、第１の実施形態では、地図情報作成部５３０は、センサ情報取得部５１０で取得した距離画像に含まれる３次元座標を、地図上の２次元座標に投影して２次元の地図を作成する。但し、地図情報作成部５３０で作成する地図は３次元の地図でも良い。即ち、地図情報作成部５３０の作成する形状地図は３次元又は２次元の形状地図であれば良い。

【００５２】

３次元の場合でも同様に、空間中の占有・非占有を判定することで地図を作ることができる。３次元の地図を作成する方法は前述の非特許文献３の方法を用いることができる。尚、その際に、占有領域や非占有領域を示す地図を用いて良いし、占有と非占有の境界を線で表現した地図を用いても良い。

【００５３】

又、地図情報作成部５３０は、物体認識部５４０で認識した動的物体の部位に相当する

３次元座標Ｔｉｋを除去した３次元座標を利用して地図を作成しても良い。動的物体の部位が除去されることで、作成できる地図は静的物体のみで構成することができる。地図上から動的物体を取り除く方法は、前述の特許文献１の方法を用いても良い。

【００５４】

（物体認識部の他の例）

又、第１の実施形態では、物体認識部５４０は、３次元センサ１００で取得した形状情報のうち、動的物体に相当する部位を認識した。具体的には、センサ情報取得部５１０で取得したセンサ情報のうち、３次元センサから取得した形状情報に基づいて動的物体を認識した。しかし、物体認識部５４０は、動的物体を認識できる方法であれば、どのような方法でも良い。センサ情報取得部５１０で、２次元の画像情報を撮像するカメラから２次元の画像データを取得し、取得された２次元の画像データに基づいて動的物体の部位を認識しても良い。

【００５５】

又、第１の実施形態では、動的物体として人を認識するように設定したが、動的物体は人以外の例えば小動物などであっても良い。或いは他の移動ロボットを想定して良いし、移動可能性の高い一時的に置いてある運搬物を想定しても良い。いずれの物体であっても、想定する動的物体が映る様々な距離画像、或は２次元画像を入力して、動的物体が存在する部位を学習しておくことで、与えられた距離画像Ｄｉについても同様の部位を認識することができる。

【００５６】

（設定部の他の例）

又、第１の実施形態では、物体認識部５４０で認識した部位に含まれる三次座標Ｔｉｋを地図上に投影し（Ｕｉｋ、図６の８１０）、その背後（奥）にある領域を、計測漏れを示す計測漏れ領域として設定した。但し、計測漏れ領域は、その根源である物体認識部５４０で認識した部位自身を計測漏れ領域として設定しても良い。つまり、図８の７２１に示すように、地図上に投影したＵｉｋ自身を設定しても良い。

【００５７】

図８は、第１の実施形態における地図上に計測漏れ領域を表示する他の例を示す図である。７２１は直接的に計測漏れ領域を示すわけではないが、ユーザー３００はこれを見て、間接的にその背後に計測漏れ領域があることを知ることができる。

【００５８】

（表示制御部の他の例）

又、第１の実施形態では、表示制御部５６０は、地図上の占有領域や非占有領域と、計測漏れ領域の模様を変えることで区別して表示させるようにした。但し、表示制御部５６０では、地図上の占有領域や非占有領域等からなる形状地図と、計測漏れを示す計測漏れ領域とを区別して表示するための表示信号を生成すれば、どのような方法でも良い。地図上の占有領域及び非占有領域と、計測漏れ領域を異なる色で表示しても良いし、計測漏れ領域を点滅させることで区別できるように表示させても良い。

【００５９】

又、表示する情報は、占有領域や非占有領域や計測漏れ領域とは別の追加的な情報も表示しても良い。例えば、現在の時刻における移動ロボット２００の位置姿勢を、地図上に表示しても良い。地図上に移動ロボット２００の情報が表示されることで、計測漏れを示す領域と移動ロボット２００の位置姿勢関係を容易に確認でき、どのように移動ロボット２００を移動・回転させれば計測漏れ領域を計測できるかをユーザーが把握しやすくなる。

【００６０】

＜第２の実施形態＞

第１の実施形態では、動的物体を認識することで、計測漏れ領域を表示しており、計測漏れ領域は、動的物体を認識した時刻において、その領域を計測できなかったことを表す。つまり、別の時刻でその領域を計測できれば、計測漏れ領域がなくなる可能性がある。

【００６１】
具体的には、ユーザー３００が、表示装置４１０に表示された計測漏れ領域に対して、後からその領域に３次元センサ１００が向くように移動ロボット２００を移動・回転して再計測することで計測漏れ領域を無くすことができる場合がある。このように再計測できた領域は、以降は計測漏れ領域として表示する必要がなくなるため、表示装置４１０で表示する地図上から除去することが望ましい。
【００６２】
本実施形態では、設定部５５０において、先ずは第１の実施形態と同じように、動的物体を認識した場合に、計測漏れ領域を計算する。ここで、動的物体を認識した時刻をｘ、設定した計測漏れ領域をＡｘとする。そして、別の全ての時刻（０～ｔ、ただしｘは除く）のいずれかで、この領域Ａｘを計測できた場合、この領域Ａｘを計測済として判定する。そして、設定部５５０は、計測済として判定された領域を除いて、計測漏れ領域を設定する。
【００６３】
具体的には、全ての時刻（０～ｔ、ただしｘは除く）において、動的物体が認識されていない条件で、３次元センサ１００が計測した領域が、計測漏れ領域Ａｘと重複する部分があるかサーチする。そして重複する部分がある場合、その重複部分を設定部５５０の設定の情報を計測済として判定し、残った領域のみを計測漏れ領域として設定する。
【００６４】
図９は、第２の実施形態における計測漏れ領域を再計測する例を示す図であり、７３０は、ある時刻ｕにおいて計測漏れ領域を再計測した地図の例である。７３１は、時刻ｕにおける３次元センサ１００の位置、７３２は３次元センサ１００が再計測した再計測領域を表す。図９の様に、再計測領域７３２と計測漏れ領域７１１が重複する場合、その重複領域を計測済として判定する。又、地図情報作成部５３０では、時刻ｕの形状情報に基づいて占有と非占有の判定し、それを黒と白の情報で表現している。
【００６５】
図１０は、第２の実施形態における計測漏れ領域のうち再計測した部分を削除した例を示す図であり、図９における重複領域を非表示にした例を示している。図１０の７４０において、７４１の領域は、まだ再計測されていない残った計測漏れ領域を示す。
【００６６】
以上述べたように、本実施形態では、計測漏れ領域を別の時刻で再計測できた場合、計測済として判断し、地図上から削除または非表示にする。即ち、計測漏れ領域の内、物体認識部５４０が物体を認識した時刻とは異なる時刻において、３次元センサが計測できた領域を計測漏れ領域から除いている。これにより、計測漏れ領域を再計測できたかどうかをユーザーが確認でき、再計測のし忘れを防ぐことができる。これにより、計測漏れのない高品質な地図を作成できる。
【００６７】
（マニュアル入力による設定の除去）
上述のように、第２の実施形態では、３次元センサ１００の計測範囲が、領域Ａｉと重複する部分がある場合、その重複部分を設定部５５０の設定から削除し、地図上に表示されないようにしている。しかし、ユーザー３００の入力に基づいて、地図上に設定された計測漏れ領域の表示を削除しても良い。
【００６８】
例えば、ユーザー３００がコントローラ４００で地図上の計測漏れ領域を指定し、その領域が表示されないように表示制御部５６０を行う。ユーザー３００は、この操作によって、１つ１つの計測漏れ領域を再計測したかどうかをチェックしつつ削除することができ、計測漏れ領域の再計測のし忘れを防ぐことができる。
【００６９】
＜第３の実施形態＞
第１の実施形態では、ユーザー３００は、表示される計測漏れ領域を見て、３次元セン

サ１００がその領域を計測できるように、移動ロボット２００の移動や回転を制御した。しかし、移動ロボット２００の制御は、ユーザー３００による手動制御ではなく、自動制御を行っても良い。尚、本実施形態では、ユーザー３００が手動で移動ロボット２００を制御して再計測を行う必要がなくなるため、表示制御部５６０によって計測漏れの情報をユーザー００に表示する制御をしなくても良い。

【００７０】

図１１は、実施形態３における情報処理装置５０１の内部と関連するモジュールの構成を表す機能ブロック図である。図１１において、センサ情報取得部５１０、位置姿勢情報取得部５２０、地図情報作成部５３０、物体認識部５４０、設定部５５０は、第１の実施形態における同名の機能モジュールと同じ機能を持つ。又、第１の実施形態とは異なり表示制御部５６０は含めず、その代わりに制御量計算部５７０を持ち、制御量計算部５７０の出力によって制御部２１０を制御する。

【００７１】

図１２は、第３の実施形態における処理手順を示すフローチャートである。尚、情報処理装置５００内のコンピュータがメモリに記憶されたコンピュータプログラムを実行することによって図１２のフローチャートの各ステップの動作が行われる。

【００７２】

ステップＳ９００～ステップＳ９５０、ステップＳ９７０は、第１の実施形態におけるステップＳ６００～ステップＳ６５０、ステップＳ６７０と夫々同じ処理なので説明を省略する。但し、第１の実施形態のステップＳ６６０における表示制御部５６０による表示制御の処理はなく、代わりにステップＳ９６０の制御量計算の処理を行う。

以下に、ステップＳ９６０において、制御量計算部５７０で制御量を計算する処理の内容について説明する。

【００７３】

ステップＳ９６０において、情報処理装置５００は、制御量計算部５７０により、３次元センサ１００が計測漏れ領域を計測できるように、自動で移動ロボット２００の移動量と回転量を計算する。具体的には、先ず、移動先の計測漏れ領域を自動的に選択する。本実施形態では、現在の３次元センサ１００の位置姿勢から最も近くにある計測漏れ領域を選択するものとする。

【００７４】

選択した計測漏れ領域をＡｓとする。次に、選択した領域Ａｓの付近に、再計測のための仮想的な視点を設定する。本実施形態では、計測漏れ領域Ａｓから所定範囲Ｎにある領域内で、地図上で非占有（つまり、物がない場所）となる場所で、かつ現在の３次元センサの位置姿勢から最も近い視点を設定する。尚、この視点は計測漏れ領域Ａｓの方向を設定する。

【００７５】

次に、位置姿勢情報取得部５２０で取得する３次元センサの現在の位置姿勢と、設定した視点の差分をゼロにするように移動ロボット２００の移動量と（水平）回転量を計算する。そして、計算した移動量と回転量を、制御部２１０に出力することで、移動ロボット２００は計測漏れ領域に向かって自動で移動・回転する。それにより、計測漏れ領域の再計測を行うことができる。

【００７６】

以上述べたように、本実施形態では、計測漏れ領域を再計測できるように移動ロボットを自動制御し、計測漏れ領域の再計測をする。即ち、位置姿勢情報と、計測漏れ領域とに基づいて、３次元センサで前記計測漏れ領域を計測するための移動ロボットの移動又は回転を制御している。これにより、ユーザーの手間を削減した上で、計測漏れのない高品質な地図を作成することができる。

【００７７】

（自動計算して移動量と回転量を、地図上に表示）

尚、第３の実施形態では、制御量計算部２７０で計算した移動量と回転量に基づいて、

自動で移動ロボット２００を制御しているが、計算した移動量と回転量を表示装置４１０に表示し、それを参考にしてユーザー３００が制御量を入力できるようにしても良い。その場合、表示装置４１０には、移動量と回転量の数値を表示しても良いし、地図上に位置や方向を示すことで制御量を示しても良い。

【００７８】

以上の第１～第３の実施形態は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア（プログラム）を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（又はＣＰＵやＭＰＵ等）がプログラムを読み出して実行する処理である。又、そのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して提供しても良い。

【００７９】

＜効果＞

第１の実施形態では、動的物体による計測漏れ領域を地図上に表示する。ユーザーは、この表示を見て計測漏れを補えるように移動ロボットの３次元センサを移動、回転することで、計測漏れのない高品質な地図を作成できる。

【００８０】

第２の実施形態では、測漏れ領域を別の時刻で計測できた場合、計測済として判断し、地図上には表示しないようにする。これにより、計測漏れ領域を再計測できたかどうかユーザーは容易に確認でき、再計測のし忘れを防ぐことができる。そして、計測漏れのない高品質な地図を作成できる。

【００８１】

第３の実施形態では、計測漏れ領域を再計測できるように移動ロボットを自動制御することにより、ユーザーの手間を削減した上で、計測漏れのない高品質な地図を作成することができる。

【００８２】

＜定義等＞

以上の実施形態等において、３次元センサは、物体の形状情報を取得するセンサであればどのようなセンサでも良い。距離画像を取得するデプスセンサでも良いし、レーザーを利用して形状情報を取得するＬｉＤＡＲでも良いし、ステレオマッチングにより距離画像を作成できるステレオカメラでも良い。

【００８３】

センサ情報取得部は、３次元センサに加え、複数のセンサ情報を取得しても良い。例えば、画像を取得する２次元のカメラや、ジャイロセンサ、床に張り付けた磁気テープの位置を認識する磁気センサなどのセンサ情報を加えて取得しても良い。

【００８４】

位置姿勢情報取得部は、どのような方法で推定した位置姿勢を取得しても良い。移動ロボットの制御信号に基づいて推定した位置姿勢でも良いし、センサ情報取得部で取得したセンサ情報に基づいて推定した位置姿勢でも良い。

【００８５】

地図情報作成部で作成する地図は、環境の形状が表現できる地図であれば、どのような地図でも良い。２次元の地図でも良いし、３次元の地図でも良い。占有領域や非占有領域を示す地図でも良いし、その境界を線で表現した地図でも良い。

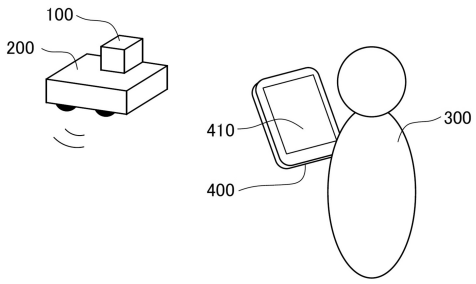
【００８６】

物体認識部における認識方法は、動的物体を認識できる方法であればどのような方法でも良い。３次元センサから取得した形状情報に基づいて動的物体を認識しても良いし、２次元の画像情報に基づいて動的物体を認識しても良い。

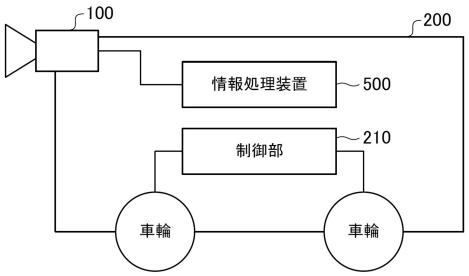
【００８７】

設定部における計測漏れを示す計測漏れ領域の設定方法は、物体認識部で認識した動的物体の部位の背後になる領域を示すことができれば、どのような方法でも良い。物体認識部で認識した動的物体の部位を設定し、その背後にある領域を間接的に示すようにしても

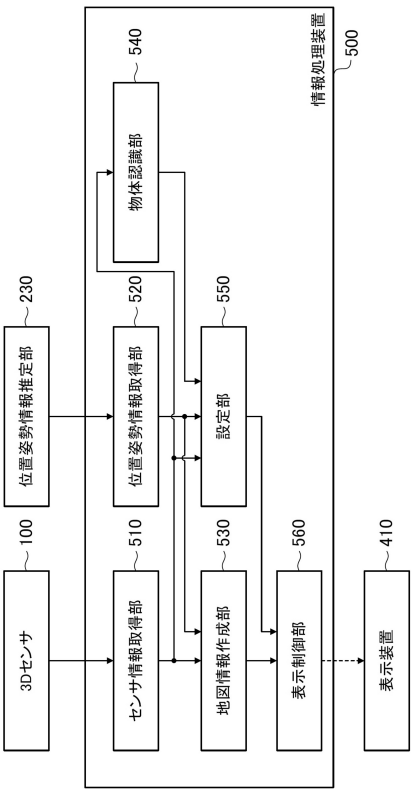
良い。
表示制御部は、形状地図と、計測漏れ領域を区別して表示できれば、どのような方法でも良い。模様や色を変えて表示しても良いし、点滅の有無を変えて表示しても良い。
【００８８】
尚、上述の実施形態においては、ＡＧＶやＡＭＲなどの、移動体としての移動ロボットに画像処理システムを搭載した例について説明した。しかし、本実施形態の移動体は、移動ロボットに限らず、ドローンなどであっても良く、移動可能な移動装置であればどのようなものであってもよい。また、本実施形態の情報処理システムはそれらの移動体に搭載されるものを含む。
【００８９】
以上、本発明をその好適な実施形態に基づいて詳述してきたが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の主旨に基づき種々の変形が可能であり、それらを本発明の範囲から除外するものではない。
【符号の説明】
【００９０】
１００　３次元センサ
２００　移動ロボット
３００　ユーザー
４００　コントローラ
４１０　表示装置
【図面】
【図１】



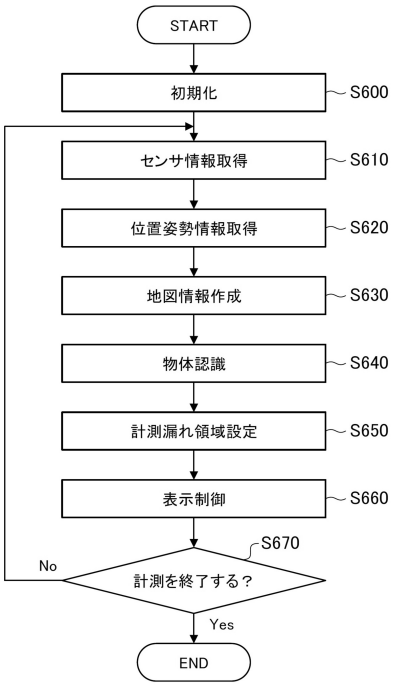
【図２】



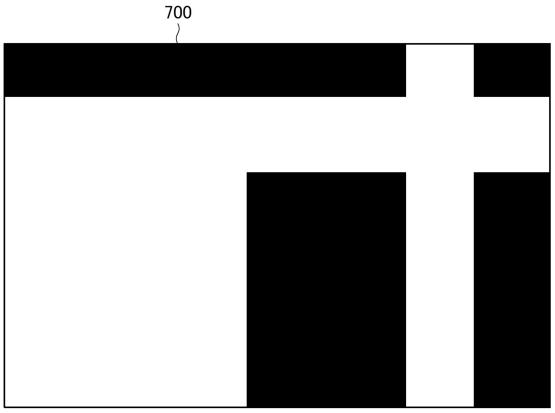
【図３】


情報処理装置
500
物体認識部
540
位置姿勢情報推定部
230
位置姿勢情報取得部
520
設定部
550
3Dセンサ
100
センサ情報取得部
510
地図情報作成部
530
表示制御部
560
表示装置
410

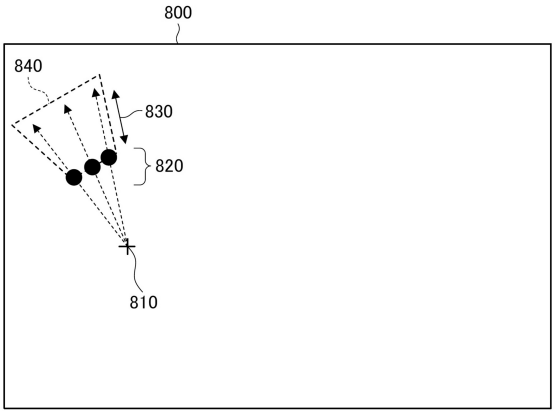
【図４】


START
初期化
S600
センサ情報取得
S610
位置姿勢情報取得
S620
地図情報作成
S630
物体認識
S640
計測漏れ領域設定
S650
表示制御
S660
S670
No
計測を終了する？
Yes
END

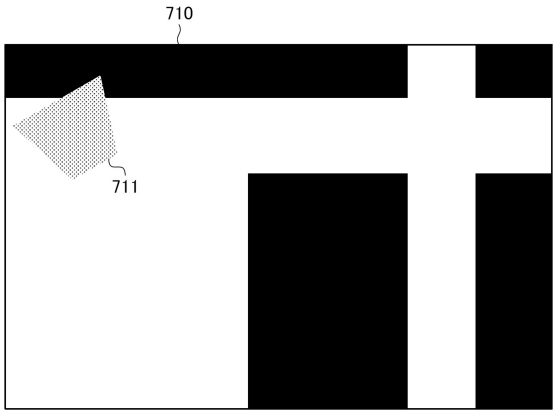
【図５】


700

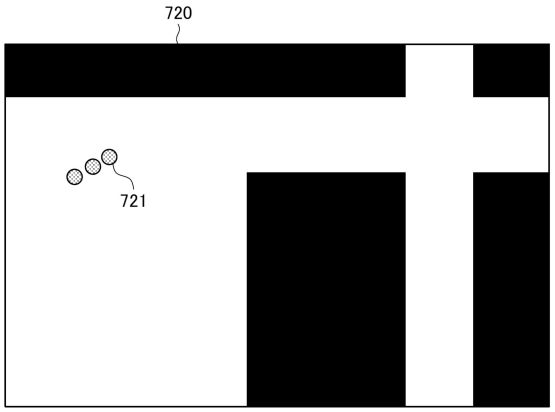
【図６】


800
840
830
820
810

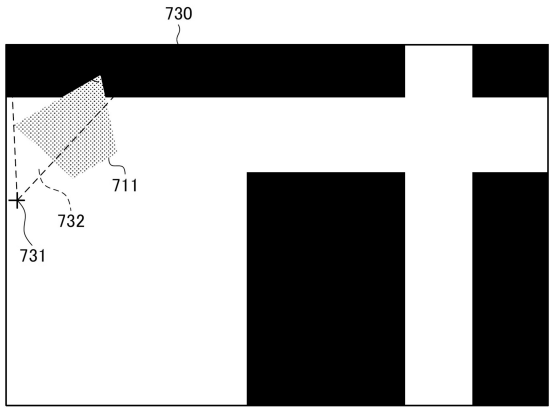
【図７】



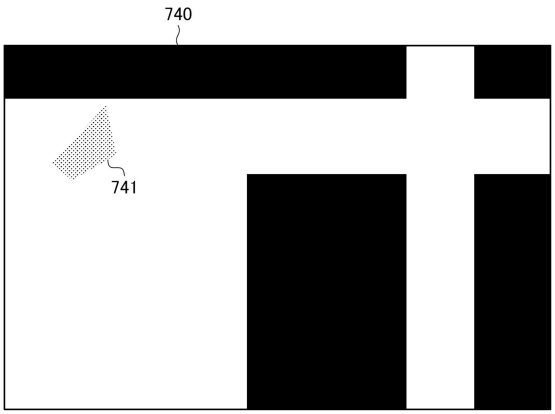
【図８】



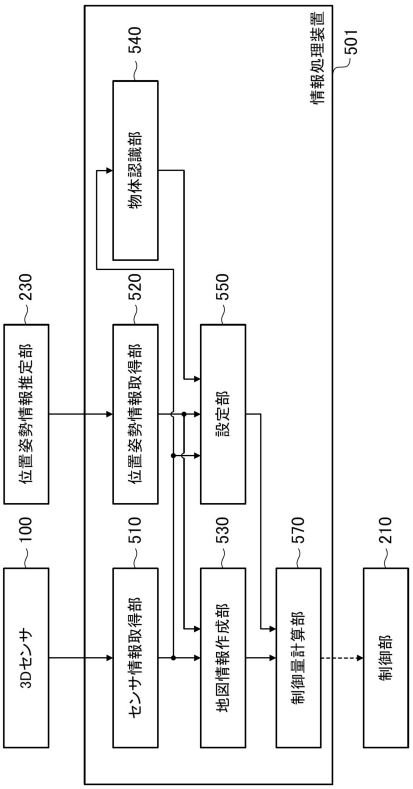
【図９】



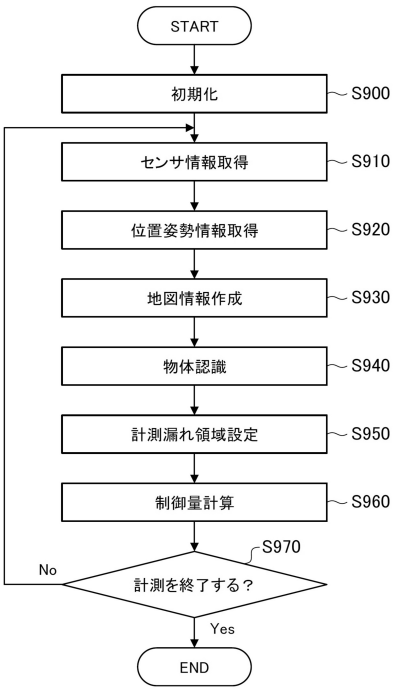
【図１０】



【図１１】


情報処理装置
501
物体認識部
540
位置姿勢情報推定部
230
位置姿勢情報取得部
520
設定部
550
3Dセンサ
100
センサ情報取得部
510
地図情報作成部
530
制御量計算部
570
制御部
210

【図１２】


START
初期化
S900
センサ情報取得
S910
位置姿勢情報取得
S920
地図情報作成
S930
物体認識
S940
計測漏れ領域設定
S950
制御量計算
S960
S970
計測を終了する？
No
Yes
END