

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7679208号
(P7679208)

(45)発行日 令和7年5月19日(2025.5.19)

(24)登録日 令和7年5月9日(2025.5.9)

(51)国際特許分類	F I				
G 0 5 D	1/43	(2024.01)	G 0 5 D	1/43	
G 0 1 C	21/28	(2006.01)	G 0 1 C	21/28	
G 0 6 T	7/70	(2017.01)	G 0 6 T	7/70	Z
G 0 1 B	11/24	(2006.01)	G 0 1 B	11/24	K

請求項の数 12 (全19頁)

(21)出願番号	特願2021-37808(P2021-37808)	(73)特許権者	000001007 キャノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	令和3年3月9日(2021.3.9)	(74)代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65)公開番号	特開2022-138037(P2022-138037 A)	(74)代理人	100223941 弁理士 高橋 佳子
(43)公開日	令和4年9月22日(2022.9.22)	(74)代理人	100159695 弁理士 中辻 七朗
審査請求日	令和5年12月18日(2023.12.18)	(74)代理人	100172476 弁理士 富田 一史
		(74)代理人	100126974 弁理士 大朋 靖尚
		(72)発明者	今井 彰人 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キ 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 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】

移動体に搭載されたセンサーで環境を計測することにより得られたセンサー情報と、該センサー情報から推定された前記センサーの位置姿勢情報と、を地図要素とし、前記移動体の移動経路に対応する複数の前記地図要素から構成される三次元地図情報を取得する取得手段と、

前記地図要素に含まれる前記センサー情報に基づいて、前記移動体がある地点の近傍に複数回到達したことを検出する検出手段と、

前記検出手段で前記移動体がある地点の近傍に複数回到達したことを検出したときに用いた2つの地図要素のそれぞれに含まれるセンサー情報と計測されている環境が一部共通するセンサー情報を有する地図要素であって、前記2つの地図要素のそれぞれの近傍の地図要素をそれぞれの移動経路とした際の、それぞれの移動経路上の地図要素を1つ以上含み、かつ前記2つの地図要素以外の地図要素を1つ以上含むように、地図要素群として選択する選択手段と、

前記選択手段が地図要素を選択した地図要素群に含まれる前記センサー情報を用いて、前記地図要素群の1つ以上の地図要素の組の相対的な位置姿勢を取得する第一の位置姿勢取得手段と、

前記移動体がある地点の近傍に複数回到達した移動経路に対応し、隣接する前記地図要素間において、前記センサーの相対的な位置姿勢を取得する第二の位置姿勢取得手段と、

前記第一及び第二の位置姿勢取得手段で取得した相対的な位置姿勢を用いて、前記移動

体がある地点の近傍に複数回到達した移動経路に対応する地図要素に含まれる前記センサーの位置姿勢情報を修正する修正手段と、を有することを特徴とする情報処理装置。

【請求項 2】

前記選択手段は、選択した地図要素間の最大距離が所定の値以上となるよう、選択済みの地図要素と移動体の移動経路上で隣接した地図要素を追加選択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】

前記三次元地図情報は、前記センサーが観測している 1 つ以上の環境中の特徴点の三次元位置情報と、該環境中の特徴点をセンサーが観測している三次元位置情報を持つ地図要素群の各地図要素との対応を記録する環境中の特徴点データを含み、

10

前記選択手段は、前記移動体がある地点の近傍に複数回到達した各回の移動経路上の地図要素において観測されている環境中の特徴点の対応付けを行い、

前記第一の位置姿勢取得手段は、選択された地図要素群の各地図要素のセンサー情報とそれらにおいて観測されている環境中の特徴点との再投影誤差が小さくなるような各地図要素の相対的な位置姿勢を算出することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

前記選択手段は、各地図要素の前記三次元位置情報に基づき、前記移動体がある地点の近傍に複数回到達したことを検出した時に使用した地図要素と共通の特徴点が観測されている地図要素を選択することを特徴とする請求項 3 に記載の情報処理装置。

20

【請求項 5】

前記選択手段は、前記対応付けを行った環境中の特徴点を観測している地図要素を選択することを特徴とする請求項 3 に記載の情報処理装置。

【請求項 6】

前記選択手段は、移動体がある地点の近傍に複数回到達したことを検出した時に使用した地図要素の各々について、該地図要素と共通の環境中の特徴点を観測している地図要素を選択することを特徴とする請求項 3 に記載の情報処理装置。

【請求項 7】

前記三次元地図情報は、地図要素間の相対的な位置姿勢を記録したポーズグラフを含み、

前記第二の位置姿勢取得手段は、該ポーズグラフから地図要素間の相対的な位置姿勢を取得することを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

30

【請求項 8】

前記第二の位置姿勢取得手段は、前記三次元地図情報における複数の地図要素の位置姿勢情報に基づいて、該地図要素間の相対的な位置姿勢を算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 9】

前記修正手段は、前記第一の位置姿勢取得手段で取得した各地図要素間の相対的な位置姿勢のうち、地図要素間の距離が所定の値以上であるものを使用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 10】

前記センサーは撮像装置であり、前記センサー情報は画像であることを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

40

【請求項 11】

移動体に搭載されたセンサーで環境を計測することにより得られたセンサー情報と、該センサー情報から推定された前記センサーの位置姿勢情報と、を地図要素とし、前記移動体の移動経路に対応する複数の前記地図要素から構成される三次元地図情報を取得する取得工程と、

前記地図要素に含まれる前記センサー情報に基づいて、前記移動体がある地点の近傍に複数回到達したことを検出する検出工程と、

前記検出工程で前記移動体がある地点の近傍に複数回到達したことを検出したときに用

50

いた2つの地図要素のそれぞれに含まれるセンサー情報と計測されている環境が一部共通するセンサー情報を有する地図要素であって、前記2つの地図要素のそれぞれの近傍の地図要素をそれぞれの移動経路とした際の、それぞれの移動経路上の地図要素を1つ以上含み、かつ前記2つの地図要素以外の地図要素を1つ以上含むように、地図要素群として選択する選択工程と、

前記選択工程が地図要素を選択した地図要素群に含まれる前記センサー情報を用いて、前記地図要素群の1つ以上の地図要素の組の相対的な位置姿勢を取得する第一の位置姿勢取得工程と、

前記移動体がある地点の近傍に複数回到達した移動経路に対応し、隣接する前記地図要素間において、前記センサーの相対的な位置姿勢を取得する第二の位置姿勢取得工程と、

前記第一及び第二の位置姿勢取得工程で取得した相対的な位置姿勢を用いて、前記移動体がある地点の近傍に複数回到達した移動経路に対応する地図要素に含まれる前記センサーの位置姿勢情報を修正する修正工程と、を有することを特徴とする情報処理方法。

【請求項12】

コンピューターを、請求項1乃至10の何れか1項に記載の情報処理装置の各手段として機能させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動体が移動する環境の三次元地図情報を作成する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

工場や物流倉庫において無人搬送車(Automated Guided Vehicle(AGV))のような自律した移動体を用いられている。また、こうした無人搬送車の位置姿勢の推定と、推定に用いる電子的な地図データの作成を行う方法として、カメラやレーザーレンジスキャナ(レーザーレンジファインダ、Laser Imaging Detection and Ranging(LIDAR))をセンサーとして使用したSLAM(Simultaneous Localization and Mapping)技術が知られている。位置姿勢推定には、画像情報から検出した画像特徴と、それらから算出した画像特徴の三次元位置情報を地図要素とする環境の三次元地図を用いる。

【0003】

非特許文献1では、センサーを搭載した移動体を動かして地図データを生成する処理に際し、センサーが取得した各計測点の情報から実空間上で近い位置にある計測点の対応を認識し、その結果を元に地図データ内の位置姿勢のずれを補正している。所謂、ループクローズ技術が開示されている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0004】

【文献】Mur-Artal, R., & Tardos, J. D. ORB-SLAM2: an Open-Source SLAM System for Monocular, Stereo and RGB-D Cameras. IEEE Transactions on Robotics 33(5) 1255-1262.

【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、非特許文献1に記載された方法では、ループを検出した計測点間の地図要素の相対位置姿勢を実空間上の位置が近い計測点間のみで算出している。そのため、精度が十分でなく、ループクローズ処理を行った地図データ(三次元地図情報)で位置姿勢推定を行った際の精度に限界があった。

【0006】

10

20

30

40

50

本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、高精度な位置姿勢推定を実現可能な地図データを生成することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の課題を解決するため、本発明に係る情報処理装置は以下の構成を有する。移動体に搭載されたセンサーで環境を計測することにより得られたセンサー情報と、該センサー情報から推定された前記センサーの位置姿勢情報と、を地図要素とし、前記移動体の移動経路に対応する複数の前記地図要素から構成される三次元地図情報を取得する取得手段と、前記地図要素に含まれる前記センサー情報に基づいて、前記移動体がある地点の近傍に複数回到達したことを検出する検出手段と、前記検出手段で前記移動体がある地点の近傍に複数回到達したことを検出したときに用いた2つの地図要素のそれぞれに含まれるセンサー情報と計測している環境が一部共通するセンサー情報を有する地図要素であって、前記2つの地図要素のそれぞれの近傍の地図要素をそれぞれの移動経路とした際の、それぞれの移動経路上の地図要素を1つ以上含み、かつ前記2つの地図要素以外の地図要素を1つ以上含むように、地図要素群として選択する選択手段と、前記選択手段が選択した地図要素群に含まれる前記センサー情報を用いて、前記地図要素群の1つ以上の組の相対的な位置姿勢を取得する第一の位置姿勢取得手段と、前記移動体がある地点の近傍に複数回到達した移動経路に対応し、隣接する前記地図要素間において、前記センサーの相対的な位置姿勢を取得する第二の位置姿勢取得手段と、前記第一及び第二の位置姿勢取得手段で取得した相対的な位置姿勢を用いて、前記移動体がある地点の近傍に複数回到達した移動経路に対応する地図要素に含まれる前記センサーの位置姿勢情報を修正する修正手段と、を有する。

10

20

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、高精度な位置姿勢推定を実現可能な地図データ（三次元地図情報）を生成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第1の実施形態の移動体の移動経路と補正処理実施前の地図データの状態の一例を示す図

30

【図2】第1の実施形態において各計測点が理想的な位置姿勢に配置された状態を示す図

【図3】第1の実施形態の情報処理装置の構成を示す図

【図4】第1の実施形態の情報処理装置の論理的構成を示すブロック図

【図5】第1の実施形態の地図補正方法の流れを示すフローチャート図

【図6】第1の実施形態の計測点の選択結果の一例を示す図

【図7】第1の実施形態の第一の相対位置姿勢取得処理の結果の一例を示す図

【図8】第2の実施形態の移動体システムの構成を示す図

【図9】第2の実施形態の情報処理装置の論理的構成を示すブロック図

【図10】第2の実施形態の地図作成方法の流れを示すフローチャート図

【図11】第2の実施形態の地図補正方法の流れを示すフローチャート図

40

【図12】第2の実施形態の第一の相対位置姿勢取得処理の結果の一例を示す図

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照して詳細に説明する。尚、以下の実施の形態は本発明の特許請求の範囲を限定するものではなく、また以下の実施の形態で説明されている特徴の組み合わせの全てが本発明を構成する上で必須のものとは限らない。

【0011】

[第1の実施形態]

以下、本発明に係る第1の実施形態の情報処理装置、情報処理方法、コンピュータプログラムについて図面を参照して詳細に説明する。

50

【 0 0 1 2 】

第 1 の実施形態では、センサーを搭載した移動体が環境中での位置姿勢推定や自律走行に利用可能な地図データ（以降、「三次元地図情報」と同義の用語として「地図データ」を用いる）を、移動体とは独立した情報処理装置上で補正する例を説明する。本実施形態では、センサーとしてグレースケールのカメラを撮像装置として使用する。

【 0 0 1 3 】

ここで、環境とはセンサーが移動した領域とその周囲の三次元空間であり、位置姿勢とは三次元の位置情報と 3 自由度の姿勢情報を組み合わせた 6 自由度の値である。三次元空間の位置姿勢は 4×4 のアフィン行列で表現可能であり、アフィン変換が持つ性質のうち、回転と平行移動のみを利用する。位置姿勢を示す 2 つのアフィン行列 A と B が存在する場合、A の逆行列に B を積算することで A B 間の相対位置姿勢（位置姿勢差分、相対的な位置姿勢）を示すアフィン行列 d を求めることができる。同様に、位置姿勢 A に相対位置姿勢 d を積算することで位置姿勢 B を求めることができる。尚、「相対位置姿勢」と「相対的な位置姿勢」は同義の用語である。

10

【 0 0 1 4 】

（地図データ）

本実施形態で補正処理の対象となる地図データ（三次元地図情報）は、1 つ以上の計測点（以下、「地図要素」、「キーフレーム」と同義の用語として「計測点」を用いる）から構成される。各計測点は位置姿勢計測用兼ループ検出用情報としてのセンサー情報（センサーで撮影した画像データ）およびセンサーの位置姿勢情報を持っている。地図データ作成時、各計測点は移動経路に沿って所定の間隔で配置される。計測点の間隔は、隣接する計測点のセンサーで共通して観測される環境中の特徴に対して双方のセンサー情報によるステレオ計測やバンドル調整を行った際に、必要十分な基線長が得られる距離に設定されている。環境中の特徴は、例えば、壁や天井などのセンサーで観測可能な特徴をもつ静止物などである。これは環境中の特徴までの距離や特徴の量によって左右されるが、本実施形態では仮に必要な基線長の長さを 1 m とし、移動経路がおよそ 1 m 進むごとに 1 つの計測点を配置しているとする。

20

【 0 0 1 5 】

（バンドル調整）

バンドル調整処理は、多画像間で抽出された画像特徴点の対応関係から幾何学的なモデルのパラメータを推定する問題を解く際に利用されるものであり、非線形最適化問題を数値的に解く方法である。バンドル調整処理では、入力画像間の各特徴点の対応関係に基づいて、各特徴点の 3 次元座標を算出する。そして、算出した各特徴点の 3 次元座標を画像面に再投影し、再投影点と特徴点との距離として算出される再投影誤差を計算する。この再投影誤差が小さくなるよう反復的に再推定していくことで、より正確な特徴点の 3 次元座標値および画像（計測点）の位置姿勢を推定する。

30

【 0 0 1 6 】

（ドリフトとループクローズ）

ここで、地図データの生成時に発生する位置姿勢の誤差（ドリフト）とループクローズ処理の関係について説明する。地図データの生成は、計測点の生成と計測点を用いた現在位置姿勢の推定を繰り返して行われる。そのため、計測点生成時に発生した位置姿勢の誤差がその計測点を用いた以降の位置姿勢推定の誤差となり、計測点の生成を繰り返すたびに誤差が蓄積していく。この蓄積した誤差をドリフトと呼ぶ。

40

【 0 0 1 7 】

図 1 は、地図データ中に生成された計測点と、移動体の真の移動経路との関係を平面上で模式的に示した図である。図中の実線は位置姿勢推定結果の軌跡、点線は移動体が移動した真の位置姿勢の軌跡である。図中の白丸は計測点であり、移動体は計測点 A を始点とし、環境中を時計回りに移動しながら計測点 B ~ K を生成し、計測点 I の生成時に実空間上で計測点 C の近傍を通過している。即ち、過去に到達した地点に再度到達している。しかしながら、計測点の配置ごとに蓄積された位置姿勢誤差（ドリフト）の影響により、計

50

測点 I やその近傍の計測点は、計測点 C やその近傍の計測点から見て誤差を含む相対位置姿勢に配置されている。図 2 の A ' ~ K ' はドリフトが存在せず、各計測点が理想的に配置された場合の各計測点の位置姿勢である。

【 0 0 1 8 】

蓄積された誤差を補正するため、移動体が地図データ上のある地点を再訪（移動経路のループ）した場合に、移動体および地図データ上の要素の位置姿勢を修正する処理がループクローズである。図 1 および図 2 の例では、計測点 C と I との間でループを検出し、修正後の計測点 I の位置姿勢がおおよそ I ' となり、各計測点の相対位置姿勢との整合性が取れるよう、計測点 C、I 以外の計測点の位置姿勢の修正を行う。

【 0 0 1 9 】

ここで従来手法では、計測点 C と I との相対位置姿勢を、双方のセンサー情報が観測している特徴の対応付けとステレオ計測に基づいて算出する。また、算出した相対位置姿勢から、計測点 C と I の実空間上での位置が十分に近いと判断したときにループを検出する。しかし、このとき計測点 C と I の実空間上での距離が近すぎると、計測点 C と I との間の基線長が十分に得られず、計測点 C と I との相対位置姿勢の精度が低下する場合がある。この場合、ループ内にある計測点 C と I 以外の各計測点の位置姿勢の修正結果も不正確なものとなる。

【 0 0 2 0 】

（情報処理装置の構成）

図 3 は、本実施形態に係る情報処理装置 3 0 1 の構成の一例を示す図である。情報処理装置 3 0 1 は一般的な組み込み用 P C 機器の機能を備えており、C P U 3 1 1、R O M 3 1 2、R A M 3 1 3、H D D や S S D 等の記憶部 3 1 4、通信部 3 1 5 およびシステムバス 3 1 6 で構成される。

【 0 0 2 1 】

C P U 3 1 1 は、R A M 3 1 3 をワークメモリとして、R O M 3 1 2、記憶部 3 1 4 等に格納されたオペレーティングシステム（O S）や各種コンピュータープログラムを実行し、システムバス 3 1 6 を介して各部を制御する。例えば C P U 3 1 1 が実行するプログラムには、後述する処理を実行するためのプログラムが含まれる。

【 0 0 2 2 】

また、情報処理装置 3 0 1 は通信部 3 1 5 を通じて移動体 3 0 2 に接続されている。移動体 3 0 2 はセンサーと移動手段を持ち、ユーザーの指示に基づいて環境中を走行しながら地図データを作成し、情報処理装置 3 0 1 に送信する機能を持つ。情報処理装置 3 0 1 は、移動体 3 0 2 から受信した地図データを記憶部 3 1 4 に保存する。移動体は、例えば、A M R (a u t o n o m o u s m o b i l e r o b o t) や A G V (a u t o m a t i c g u i d e s v e h i c l e)、自動運転車、お掃除ロボット、配送ロボット、ドローンなどである。

【 0 0 2 3 】

（情報処理装置の論理構成）

以下、本実施形態に係る情報処理装置の論理的な構成について説明する。以下に示す各部の処理は、R O M 3 1 2 等からコンピュータープログラムを R A M 3 1 3 上に読み込んだ後、C P U 3 1 1 によって該プログラムを実行することによってソフトウェアとして実施される。図 4 は、情報処理装置 3 0 1 の論理的な構成を示すブロック図である。

【 0 0 2 4 】

地図取得部 4 0 1 は、記憶部 3 1 4 から地図データを取得し、R A M 3 1 3 上に展開する。

【 0 0 2 5 】

ループ検出部 4 0 2 は、地図データ上の 2 つの計測点を比較し、センサーの移動経路のループを検出する。具体的には、まず既知の B a g - o f - W o r d s (B o W) m o d e l を用いて 2 つの計測点のセンサー情報（画像）の類似度を算出し、類似度が一定以上であるか否かを判定する。尚、「ループ」という表現を用いているが、移動体が円状の動

10

20

30

40

50

きをした場合だけではなく、移動体が同一地点の近傍に複数回到達（再訪）したこと全般を検出する。この間の移動経路は直進や曲線運動や旋回動作を含んでいてもよく、また前進、後退、横行などが混在していても良い。また、移動体が同一地点の近傍に再訪するときには、移動体の移動方向が対向している場合だけではなく、図1における計測点CとIのように、それぞれの計測点が属する移動経路の延長線が交差する場合などがある。

【0026】

その後、ループ検出部402は両計測点の画像に対して画像特徴点の抽出を行い、双方の画像上の対応する特徴点の分布から計測点間（以降、本実施形態では、「計測点間」を「地図要素間」と同義の用語として用いる。）の相対位置姿勢を推定する。一定以上の精度で相対位置姿勢の算出に成功したと判断される場合、ループ検出部402は両計測点間でループが発生したと判定する。図1の例では、計測点CとIとの間でループが検出される。

10

【0027】

しかしながら、先述した理由により、ここでループ検出部402が算出する計測点間の相対位置姿勢の精度は、高精度な地図の補正処理を行うためには十分でない場合がある。そのため、情報処理装置はループ検出箇所周辺の計測点の相対位置姿勢を高精度に算出するための以下のような構成をもつ。

【0028】

選択部403は、ループ検出部402がループを検出した2つの計測点と、移動経路上でそれらの近傍にある計測点とから、第一の相対位置姿勢取得部404が利用する複数の計測点を選択する。このとき選択部403は、ループを形成した地点へ到達した各回の移動経路（ループを検出した2つの計測点が属するそれぞれの移動経路）から少なくとも1つ以上の計測点を選択する。かつループ検出部402がループを検出した計測点以外の計測点が少なくとも1つ含まれるよう、計測点を選択する。図1を例に取れば、計測点CとIとの間でループが検出された場合、計測点A～Eの移動経路から1つ以上、計測点F～Kの移動経路から1つ以上を選択し、それらの中に計測点CとI以外の計測点が1つ以上含まれているような複数の計測点を選択する。

20

【0029】

第一の相対位置姿勢取得部404は、選択部403が選択した複数の計測点を持つセンサー情報に基づき、選択部403が選択した複数の計測点のうち1つ以上の組について、計測点間の相対位置姿勢を算出する。このとき、少なくとも1つ以上の計測点の組は、ループを形成した地点へ到達した異なる回の移動経路から選択された計測点の組である。

30

【0030】

各組の相対位置姿勢の算出の方法は、従来手法が計測点間で実施したものと同様に、双方のセンサー情報が観測している画像上の特徴点の対応付けとステレオ計測を利用する。上記した画像上の特徴点の抽出には、一例として既知のFAST (Features from Accelerated Segment Test) アルゴリズムを利用する。

【0031】

第二の相対位置姿勢取得部405は、地図データ上の任意の2つの計測点の位置姿勢情報に基づき、2つの計測点間の相対位置姿勢を算出する。地図上の全移動経路上の隣接した各計測点間の相対位置姿勢を算出する。

40

【0032】

位置姿勢修正部406は、第一の相対位置姿勢取得部404および第二の相対位置姿勢取得部405が取得した計測点間の相対位置姿勢と、基準となる1つ以上の計測点の位置姿勢に基づき、各計測点の位置姿勢情報を補正する。この補正は、取得した各相対位置姿勢情報と、補正後の各計測点間の相対位置姿勢の誤差が小さくなるよう実施される。

【0033】

（地図データ補正処理）

次に、本実施形態の情報処理装置を使用した情報処理方法に係る、地図データの補正方法について図5～図7のフローチャートを参照し説明する。以下、フローチャートは、C

50

PUが制御プログラムを実行することにより実現されるものとする。

【0034】

ステップS501では、地図取得部401が記憶部314から地図データを取得し、RAM313上に展開する。ここでは図1に示した状態の地図データが読み込まれたものとして以下の説明を行う。

【0035】

ステップS502は、以降のS503からS506の処理を、地図データ上の2つの計測点の全ての組に対して反復的に実施するためのループ制御である。以下のS503からS506の処理については、反復のうち計測点CとIとの組について処理を行った場合を例にとり説明する。

【0036】

ステップS503では、ループ検出部402が、着目している計測点の組がループを形成するか否かの判定を行う。ここでは計測点CとIとのセンサー情報の比較と相対位置姿勢の算出を行い、両計測点間でループが発生したことを検出する。ここで算出した相対位置姿勢は、精度が低い可能性があるため以降の処理には使用しない。

【0037】

ステップS504は、ステップS503でループを検出したか否かに基づく分岐である。ループを検出した場合は以降のS505とS506の処理を実施し、ループを検出していない場合はS502へ戻り次の計測点の組の処理を行う。ここでは計測点CとIとの間でループを検出しているため、S505へ進む。

【0038】

ステップS505では、選択部403がループを形成した移動経路の双方の側から、計測点間の高精度な相対位置姿勢を算出するための計測点群を選択する。図6は、本実施形態における計測点選択結果の一例である。

【0039】

まず、選択部403はループを検出した計測点と、各移動経路においてそれらと隣接している計測点を選択する。図6の例では、ループを検出した計測点C、Iと、それらに隣接している計測点B、D、H、Jが選択される。その後、各移動経路について、選択された計測点間の最長の距離が所定の距離を超えているかどうかを判定する。所定の距離とは、必要十分な基線長の長さの2倍（ここでは2m）である。所定の距離に満たない場合は、所定の距離を超えるまで選択済みの計測点に隣接する計測点を追加で選択する。図6の例では、計測点C側の移動経路では、計測点B・D間の距離が2mに満たないため、計測点Aを追加で選択する。計測点A・D間の距離は2mを超えるため、計測点C側の移動経路上の選択は完了となる。同様に計測点I側の移動経路では、計測点Gを追加で選択する。最終的に、選択部403は計測点A～DおよびG～Jを選択してこの処理を完了する。これにより、選択部403に選択された計測点間の最大距離が基線長の距離値以上となるような計測点群を選択する。また、これらの計測点群は、計測している環境が一部共通する。尚、基線長を超える距離の計測点を選択できれば良いので、計測点E・Kは、選択していない。計測点の選択数が必要以上に増えると、後の処理負荷が上がるからである。

【0040】

このとき計測点CとIとの真の相対位置姿勢は不明であるが、計測点A・D間の距離が2mを超えているため、計測点Iの真の位置姿勢にかかわらず計測点A～Dのいずれかと計測点Iとの間に1m以上の基線長が得られることが保証される。同様に、計測点Cと計測点G～Jのいずれかとの間に1m以上の基線長が得られることが保証される。

【0041】

なお、計測点の選択にあたっては、ループを検出した計測点C、Iの片方あるいは双方が選択から外れていてもよい。例えば、処理負荷の軽減のため、各移動経路で所定の距離を満たすことのできる計測点A、D、G、Jのみを選択結果として残し、計測点B、C、I、Jは選択から外しても良い。あるいは、計測点C側の移動経路からは計測点Cのみを選択し、計測点I側の移動経路から、所定の距離を満たすことのできる計測点G、Jを選

10

20

30

40

50

択しても良い。この場合でも、計測点 C・G 間、C・J 間のいずれかは必要な基線長の長さを得ることができる。また、計測点を 1 つずつ追加選択して選択する方法以外にも、所定の距離以上かつ別の所定の距離以下の範囲にある計測点をまとめて選択することもできる。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 5 0 6 では、第一の相対位置姿勢取得部 4 0 4 が、ステップ S 5 0 5 で選択された複数の計測点（地図要素群）の間の相対位置姿勢を算出する。図 7 は選択された範囲の相対位置姿勢の算出の様子を示した図である。ここでは計測点 C と計測点 G、H、J との間、および計測点 A、B、D と計測点 I との間の 6 通りの組の相対位置姿勢を算出する。

10

【 0 0 4 3 】

ステップ S 5 0 5 およびステップ S 5 0 6 の処理は、ステップ S 5 0 2 で反復される計測点の組のうち、ステップ S 5 0 3 でループが検出された全ての組について実施される。以降、ステップ S 5 0 6 で算出した計測点間の相対位置姿勢とは、全ての反復の S 5 0 6 で算出した相対位置姿勢の重複のない集合である。一連の処理で複数のループが検出され、ステップ S 5 0 6 で過去に相対位置姿勢を計算済みの計測点の組が出現した場合、その組の計算は省略する。

【 0 0 4 4 】

ステップ S 5 0 7 は、ステップ S 5 0 3 が 1 回以上ループを検出したか否かに基づく分岐である。ループを検出した場合は以降の S 5 0 8 と S 5 0 9 の処理を実施し、ループを検出していない場合は S 5 0 2 へ戻り次の計測点の組の処理を行う。ここでは計測点 C と I との間でループを検出しているため、S 5 0 8 へ進む。

20

【 0 0 4 5 】

ステップ S 5 0 8 では、第二の相対位置姿勢取得部 4 0 5 が、地図上の全移動経路上の隣接した各計測点間の相対位置姿勢を算出する。図 6 の例では、計測点 A と B との間、B と C との間と続き、計測点 J と K との間までの各相対位置姿勢が算出される。各々の相対位置姿勢は、地図データから各計測点の位置姿勢情報をアフィン行列として取得し、一方の逆行列を他方に積算することで算出する。

【 0 0 4 6 】

ステップ S 5 0 9 では、位置姿勢修正部 4 0 6 が、ステップ S 5 0 6 および S 5 0 8 で取得した相対位置姿勢に基づき、各計測点の位置姿勢情報の修正を行う。具体的には、まず、位置姿勢修正部 4 0 6 は、ステップ S 5 0 6 で算出した計測点間の相対位置姿勢のうち、計測点間の距離が基線長として十分な長さを持っているものを取得する。続いて、位置姿勢修正部 4 0 6 は、ステップ S 5 0 7 で算出した全ての計測点間の相対位置姿勢を取得する。その後、位置姿勢修正部 4 0 6 は、位置姿勢算出の基準となる計測点以外の各計測点の位置姿勢をパラメータとし、修正後の各計測点間の相対位置姿勢とステップ S 5 0 6 および S 5 0 7 で取得した相対位置姿勢との誤差が最小とする。相対位置姿勢の誤差を最小とするには、既知のニュートン法やレーベンバーグ・マーカート法等の手法を用いた最適化処理を行う。ここでは地図上で移動経路の始点に生成された計測点 A を位置姿勢の基準とし、計測点 A の位置姿勢は地図データから取得した値で固定する。

30

40

【 0 0 4 7 】

以上のような処理を行うことにより、ループ検出箇所周辺の計測点間の相対位置姿勢を高精度に算出し、それを用いて各計測点の位置姿勢を高精度に補正することができる。

【 0 0 4 8 】

（本実施形態における発明の効果）

以上、本実施形態において説明した処理により、実空間上で距離の近い計測点間でループ検出を行った場合においても、高精度な位置姿勢推定を実現可能な地図データを生成することができる。

【 0 0 4 9 】

[第 2 の実施形態]

50

第1の実施形態では、センサーを搭載した移動体が作成した地図データを、移動体とは独立した情報処理装置上で補正する例について述べた。本実施形態では情報処理装置を搭載した移動体が環境中を移動しながら地図データを作成し、その中で計測点の生成と並行的に地図の補正を実施する例について説明する。また、地図データとして計測点とともに環境中の特徴点の情報や、計測点間の相対位置姿勢情報を記録したポーズグラフを利用する例についても述べる。以下、「地図要素」、「キーフレーム」と同義の用語として「計測点」を用いる。

【0050】

(地図データ)

本実施形態で位置姿勢の算出に用いる環境地図データには、環境中の複数の特徴点、1つ以上の計測点およびポーズグラフが含まれる。環境中の特徴点はそれぞれ三次元の位置情報を保持している。各計測点はセンサー情報と位置姿勢情報に加え、環境中の特徴点の観測情報を保持している。観測情報とは、センサー情報(画像)が捉えている環境中の特徴点と、その画像上での二次元座標との組のリストである。画像上での二次元座標は、センサーから見た環境中の特徴点の方位に相当する情報である。このような地図データを作成する場合、複数の計測点とそれらが観測する環境中の特徴点データを用いたバンドル調整で計測点間の相対位置姿勢を随時補正することにより、より正確性の高い環境地図データを生成することができる。

10

【0051】

ポーズグラフは計測点をノードとし、2つの計測点の相対位置姿勢をエッジとして記述した単純グラフであり、各計測点は1つ以上の他の計測点とエッジで接続されている。また地図データ上の全ての計測点はポーズグラフ上で連結された状態にある。本実施形態でポーズグラフに記録される相対位置姿勢は、上記したバンドル調整によって推定された値である。

20

【0052】

(移動体の構成)

図8は、本実施形態に係る移動体システム801の構成の一例を示す図である。移動体システム801は、センサー803と情報処理装置301とを含む地図作成システム802、通信部804、制御装置805、移動部806から構成される。情報処理装置301の物理的構成は、第一の実施形態において図3を参照し説明したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

30

【0053】

センサー803は、周囲環境を計測したセンサー情報を出力する。センサー803は、移動体の正面方向に固定されたグレースケールの輝度画像を連続的に取得可能なステレオカメラである。説明の簡便のため、カメラの焦点距離や画角等の内部パラメータは既知であり、画像の歪曲は存在しないか補正された状態で画像が出力されるものとする。また、センサー803は秒間30回の撮影を行うものとするが、他のフレームレートであってもよい。またセンサー803は移動体システム801上に固定されているため、双方の位置姿勢値は容易に変換が可能なものとする。

【0054】

制御装置805は、移動部806の駆動を制御する。制御装置805は、通信部804を通じた外部のユーザーの指示に基づいて移動部806を駆動し、移動体システム801を移動・旋回させる。移動部806は一部または全部が動力と連動した複数のタイヤである。

40

【0055】

情報処理装置301の物理的構成および論理的構成は、第一の実施形態において図3、図4を参照し説明したものと同様であるため、ここでの説明は省略する。

【0056】

(情報処理装置の論理構成)

以下、本実施形態に係る情報処理装置の論理的な構成について図9を参照し説明する。

50

ループ検出部 402 から位置姿勢修正部 406 については、第一の実施形態と同様であるためここでの説明は省略する。

【0057】

本実施形態における地図取得部 901 は、センサー情報取得部 902、位置姿勢推定部 903、地図作成部 904 を含む。

【0058】

センサー情報取得部 902 は、センサー 803 から継続的にセンサー情報（ステレオ画像）を取得する。

【0059】

位置姿勢推定部 903 は、センサー情報取得部 902 が取得したステレオ画像に基づき、地図データ中の計測点からセンサー 803 の近傍にある計測点を選択する。また、画像上の特徴点と選択した計測点が観測している地図データ上の環境中の特徴点、あるいは画像と前フレームの画像とで追跡された特徴点の分布に基づいてセンサー 803 の位置姿勢を推定する。

10

【0060】

地図作成部 904 は必要に応じて、センサー情報取得部 902 が取得したステレオ画像および位置姿勢算出部 903 が推定した位置姿勢情報を使用し、地図データに計測点を追加する。計測点の追加が必要な場合とは、例えばセンサー 803 と地図データ中の既存の計測点とが所定の距離以上離れ、既存の計測点による位置姿勢推定が困難になったと判断したときである。ここで所定の距離とは、第一の実施形態と同様に計測点間で必要十分な基線長が得られる距離であり、以降の説明では、やはり第一の実施形態と同様に 1 m に設定されているものとする。

20

【0061】

また、地図作成部 904 は計測点の追加に際し、ステレオ画像上の画像特徴点で、まだ地図データ上の環境中の特徴点データと対応付けられていないものに基づき、新たな環境中の特徴点データを生成する。

【0062】

また、地図作成部 904 は、生成した計測点と生成時の位置姿勢推定に利用していた計測点との相対位置姿勢を環境地図データ 701 上のポーズグラフに追加する。ここで使用する相対位置姿勢は、生成した計測点と、生成時の位置姿勢推定に利用していた計測点と、それらが共通で観測している環境中の特徴点データを使用したバンドル調整によって算出される。また、算出された計測点間および計測点と環境中の相対位置姿勢に基づき、生成時の位置姿勢推定に利用していた計測点の位置姿勢を基準として、生成した計測点の位置姿勢と各環境中の特徴点の位置情報を更新する。

30

【0063】

（地図データ作成処理）

以下、移動体システム 801 を使用した地図データの作成方法について説明する。図 10 は、本実施形態における環境地図データ作成処理の流れを示すフローチャートである。

【0064】

S1001 では、情報処理装置 301 は、初期化を行う。情報処理装置 301 は RAM 313 上に空の地図データを構築し、その上に最初の計測点（図 1 における計測点 A）を生成する。最初の計測点の位置は環境中の原点とし、姿勢は所定の方向（例えば Y 軸正方向）とする。また、位置姿勢算出部 903 の現在位置姿勢を最初の計測点の位置姿勢で初期化する。

40

【0065】

以降の処理は、位置姿勢算出スレッド、地図作成スレッド、地図補正スレッドの 3 つのスレッドで並列的に実行される。S1002 ~ 1003 は、地図作成スレッドによる処理である。

【0066】

S1002 では、位置姿勢算出部 903 がセンサー 803 から画像を取得し、画像と、

50

地図データ上の現在位置姿勢から最も近い計測点に基づいて現在位置姿勢情報を更新する。具体的には、情報処理装置604は、参照している計測点に紐づけられた位置姿勢情報に、計測点に紐づけられた画像と、現在位置での撮影画像となる最新の画像との位置姿勢差分を適用したものを現在位置姿勢情報とする。画像間の位置姿勢差分は、両画像上の特徴点の分布から推定される。画像間の特徴点の対応付けを維持するため、最新の画像とそれ以前の画像との間で特徴点の追跡を行う。各画像において計測点に紐づけられた画像との位置姿勢差分を算出する代わりに、最新の画像と1つ前の画像との位置姿勢差分を算出し、現在位置姿勢情報に適用することを繰り返してもよい。

【0067】

上記した画像上の特徴点の抽出には、本実施形態において、FAST (Feature s from Accelerated Segment Test) アルゴリズムを利用するものとする。また、画像間の特徴点の追跡には既知のKanade-Lucas-Tomasi (KLT) アルゴリズムを利用するものとする。なお、上述した特徴点の抽出や特徴点の追跡に用いるアルゴリズムは他のアルゴリズムでも構わない。

10

【0068】

ステップS1003は、位置姿勢算出スレッドの処理を終了するか否かの分岐である。ユーザーの指示等により地図データの作成を終了する場合、スレッドを終了する。そうでない場合、S1002に戻り処理を繰り返す。

【0069】

ステップS1004～1005は、地図作成スレッドによる処理である。

20

【0070】

ステップS1004では、地図作成部904が新しい計測点の追加が必要か否かを判定し、必要であれば新しい計測点の生成を行う。新しい計測点は、S1002が最後に取得した画像とその位置姿勢情報を含む。

【0071】

また、地図作成部904は、新しい計測点とS1003が最後に位置姿勢算出に使用した計測点の双方の画像から、既存の環境中の特徴点と対応づけられていない画像特徴点を抽出する。その後、地図作成部904は、画像間の相対位置姿勢に基づいて、画像間で対応が取れた画像特徴点の三次元座標を推定する。最後に、情報処理装置604は、三次元座標の推定が成功した画像特徴点を環境中の特徴点として地図データに追加し、また、その環境中の特徴点に対応する各々の画像上の画像特徴点の二次元座標を、各々の計測点からの観測情報として追加する。

30

【0072】

また、計測点生成部904は新しい計測点とS1003が最後に位置姿勢算出に使用した計測点との間のバンドル調整処理を行い、算出した相対位置姿勢情報をポーズグラフに追加する。このとき、バンドル調整処理にS1003が最後に位置姿勢算出に使用した計測点以外の移動経路上の計測点を含めてもよい。またその際、それらの計測点を含む計測点の組について算出した相対位置姿勢情報をポーズグラフに追加しても良い。また、バンドル調整結果に基づいて各計測点の位置姿勢や環境中の特徴点の位置情報を更新する際、位置姿勢算出に使用した計測点以外の計測点を位置姿勢の基準としても良い。

40

【0073】

ステップS1005は、地図作成スレッドの処理を終了するか否かの分岐である。位置姿勢算出スレッドが既に終了している場合、スレッドを終了する。そうでない場合、S1004の処理を繰り返す。

【0074】

ステップS1006～1007は、地図補正スレッドによる処理である。

【0075】

ステップS1006では、情報処理装置301は、地図作成スレッドが更新した地図データの補正処理を行う。地図補正処理の詳細については後述する。

【0076】

50

ステップ S 1 0 0 7 は、地図補正スレッドの処理を終了するか否かの分岐である。位置姿勢算出スレッドおよび地図作成スレッドが既に終了している場合、スレッドを終了する。そうでない場合、S 1 0 0 6 の処理を繰り返す。

【 0 0 7 7 】

(地図補正処理の詳細)

本実施形態における、S 1 0 0 6 に示した地図補正処理の詳細について図を参照し詳細に説明する。

【 0 0 7 8 】

ステップ S 1 1 0 1 は、ステップ S 1 0 0 4 により新しい計測点が追加されたか否かの判定である。最後の判定以降に追加された計測点が存在する場合、S 1 1 0 2 から S 1 1 0 6 の処理を行う。存在しない場合、地図補正処理を終了する。ここでは図 1 のように各計測点が生成されており、最後の判定から今回の判定の間に計測点 I , J , K が追加された場合を例に取り説明する。

10

【 0 0 7 9 】

ステップ S 1 1 0 2 は、以降の S 5 0 3 から S 5 0 6 の処理を、ステップ S 1 1 0 1 で検出した新たな計測点と、地図データ上のそれ以外の計測点との全ての組に対して反復的に実施するためのループ制御である。以下の S 5 0 3 から S 1 1 0 4 の処理については、反復のうち計測点 C と I との組について処理を行った場合を例にとり説明する。

【 0 0 8 0 】

ステップ S 5 0 2 および S 5 0 3 については、第一の実施形態と同様であるため説明を省略する。

20

【 0 0 8 1 】

ステップ S 1 1 0 3 では、選択部 4 0 3 がループを形成した移動経路の双方の側から、計測点間の高精度な相対位置姿勢を算出するための計測点群を選択する。本実施形態では、選択部 4 0 3 はループを検出した計測点 C , I と、各移動経路においてそれらと一定数以上の共通した環境中の特徴点を観測している計測点を選択する。ここでは、以降の処理の負荷低減のため、選択する計測点数に上限を設ける。各移動経路において上限数を超える計測点が候補として存在する場合、共通した環境中の特徴点の数が多いものから順に上限数までの計測点を選択する。ここでは経路ごとの計測点の上限数を 4 とし、結果として図 6 のように、計測点 C 側から計測点 A ~ D、計測点 I 側から計測点 G ~ J が選択されたものとする。

30

【 0 0 8 2 】

ステップ S 1 1 0 4 では、選択部 4 0 3 はステップ S 1 1 0 3 で選択した各計測点が観測している環境中の特徴点について、他方の経路側の計測点で観測している環境中の特徴点との統合を行う。

【 0 0 8 3 】

まず、選択部 4 0 3 は、一方の経路上の計測点 (図 6 の例では、A ~ D) が観測している各環境中の特徴点について、他方の経路上の計測点 (図 6 の例では、G ~ J) が観測している環境中の特徴点との間で、画像特徴を比較する。このとき、選択部 4 0 3 は、各々の観測情報に基づいて、各計測点が画像上でその環境中の特徴点を観測している部位の画像特徴を比較する。画像特徴の比較にはパッチマッチングを用いる。双方の観測部位の画像特徴が十分に類似していると判断された場合、それらは実空間上の同じ物体を参照していると判断し、二つの環境中の特徴点を統合する。なお、画像特徴の比較方法はこれに限らず、例えば ORB 特徴量などを利用しても良い。

40

【 0 0 8 4 】

あるいは、選択部 4 0 3 は計測点の選択に先立って、ループを検出した 2 計測点 (図 6 の例では、C と I) との間で環境中の特徴点の統合を行い、統合された環境中の特徴点を観測している各計測点を選択する方式をとっても良い。

【 0 0 8 5 】

ステップ S 1 1 0 5 では、第一の相対位置姿勢取得部 4 0 4 が、ステップ S 1 1 0 3 で

50

選択した各計測点と、それらの計測点が観測している特徴点のバンドル調整処理を行い、各計測点間の相対位置姿勢を算出する。図 1 2 は、バンドル調整処理による各計測点間の相対位置姿勢の様子を示した図である。

【 0 0 8 6 】

ステップ S 1 1 0 6 は、ステップ S 5 0 3 が 1 回以上ループを検出したか否かに基づく分岐である。ループを検出した場合は以降の S 1 1 0 7 と S 1 1 0 8 の処理を実施する。ループを検出していない場合は地図補正処理を終了する。

【 0 0 8 7 】

ステップ S 1 1 0 7 では、第二の相対位置姿勢取得部 4 0 5 が、地図上の全移動経路上の隣接した各計測点間の相対位置姿勢のうち、ステップ S 1 1 0 5 で算出されていないものを地図データ上のポーズグラフから取得する。図 6 の例では、計測点 A ~ D の経路上と、計測点 G ~ J の経路上はステップ S 1 1 0 5 で算出されているため、それ以外の、計測点 D から G に至る各計測点間と、計測点 J と K との間の相対位置姿勢をポーズグラフから取得する。

【 0 0 8 8 】

ステップ S 1 1 0 8 では、位置姿勢修正部 4 0 6 が、ステップ S 1 1 0 5 および S 1 1 0 7 で取得した相対位置姿勢に基づき、各計測点の位置姿勢情報の修正を行う。ここでは第一の実施形態と同様に、位置姿勢算出の基準となる計測点以外の各計測点の位置姿勢をパラメータとし、修正後の各計測点間の相対位置姿勢とステップ S 1 1 0 5 および S 1 1 0 7 で取得した相対位置姿勢との誤差を最小にする。誤差を最小にするには、既知のニュートン法やレーベンバーグ・マーカート法等の手法を用いた最適化処理を行う。

【 0 0 8 9 】

(本実施形態における発明の効果)

以上、本実施形態において説明した処理を実施することにより、地図データの作成と補正を並行的に実施する場合においても、高精度な位置姿勢推定を実現可能な環境地図データを生成することができる。

【 0 0 9 0 】

[その他の実施形態]

第一および第二の実施形態では、センサーとしてグレースケールのカメラを使用した、センサーの種類や個数、固定方法はこれに限定されない。センサーは移動体周囲の輝度画像や深度画像をデジタルデータとして連続的に取得可能な装置であれば良く、グレースケールカメラの他にカラー画像を取得するカメラやデプスカメラ、2D-LiDARあるいは3D-LiDARなどが利用可能である。また、複数のカメラを移動体の各方向を向くように並べても良い。また秒間の情報取得回数も30回に限定されない。

【 0 0 9 1 】

第一および第二の実施形態では、画像の類似度に基づいて移動経路のループの検出を行ったが、ループの検出方法はこれに限定されない。例えばセンサー情報上で識別可能なマーカーを使用し、共通のマーカーが検出される計測点間でループの検出を行っても良い。

【 0 0 9 2 】

また、第一の実施形態では移動経路上の隣接状態、第二の実施形態では共通して観測する環境中の特徴点に基づいて計測点の選択を行ったが、選択部 4 0 3 による計測点の選択方法はこれに限定されない。例えば、ループを検出した計測点との画像の類似度や、ループ検出時に使用したマーカーが共通して検出される計測点を選択しても良い。

【 0 0 9 3 】

また、第二の実施形態では、ユーザーが外部から操作する移動体を例にとり説明したが、移動体システムの形態はこれに限定されない。例えばユーザーが搭乗し直接操作できるような有人の移動体であっても良い。あるいは、事前に設定したルート上を自律走行する機能を備えた移動体であってもよい。この場合、地図データと位置姿勢算出部 9 0 3 が算出した位置姿勢情報に基づいて移動体システム 8 0 1 の制御情報を生成し、制御装置 8 0 5 を通じて移動部 8 0 6 を駆動させることで自立走行を実現してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 4 】

また移動部 8 0 6 は車輪であるとしたが、複数のプロペラ等を装備し、移動体システム 8 0 1 が空中を飛行し、センサー 8 0 3 が地表方向を観測するような形態を取っても良い。

【 0 0 9 5 】

本発明は、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（または 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。また、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よい。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 6 】

- 3 0 1 情報処理装置
- 3 0 2 移動体
- 4 0 1 地図取得部
- 4 0 2 ループ検出部
- 4 0 3 選択部
- 4 0 4 第一の相対位置姿勢取得部
- 4 0 5 第二の相対位置姿勢取得部
- 4 0 6 位置姿勢修正部

10

20

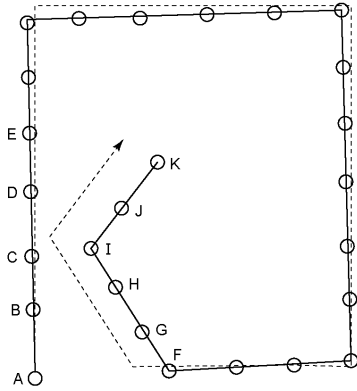
30

40

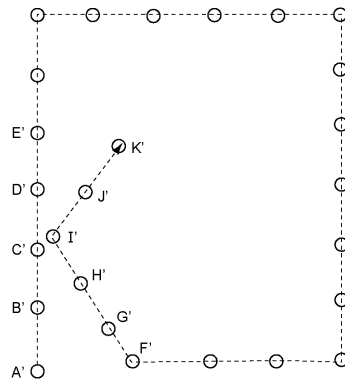
50

【図面】

【図 1】



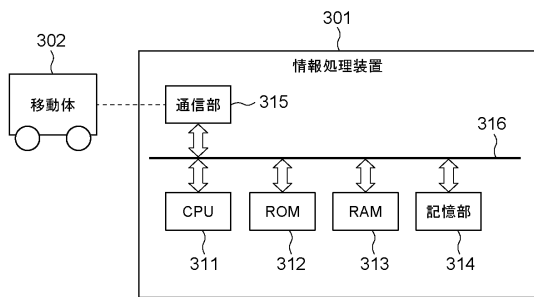
【図 2】



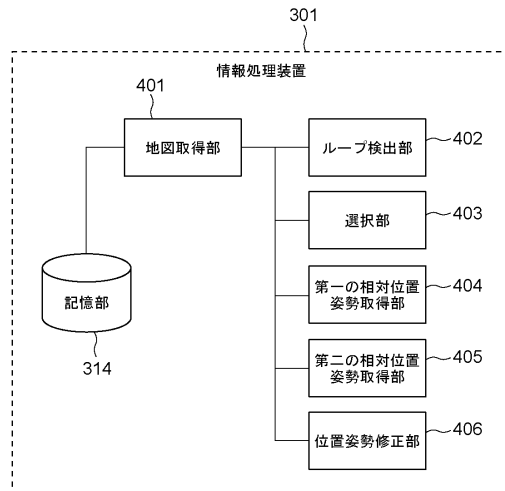
10

20

【図 3】



【図 4】

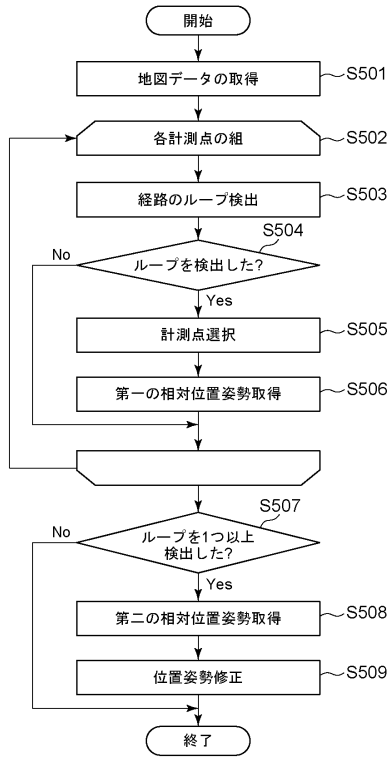


30

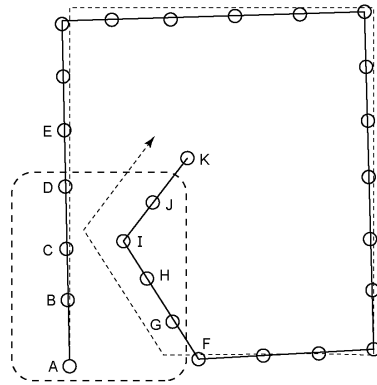
40

50

【図5】



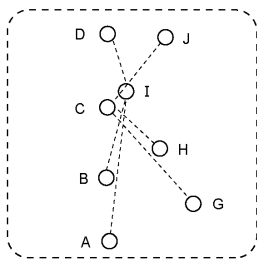
【図6】



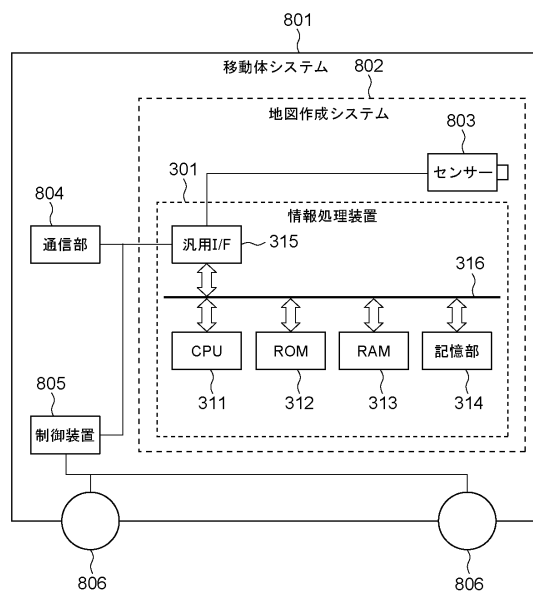
10

20

【図7】



【図8】

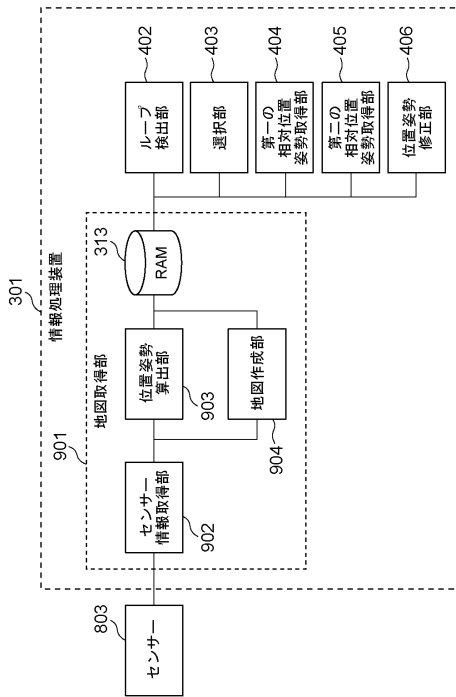


30

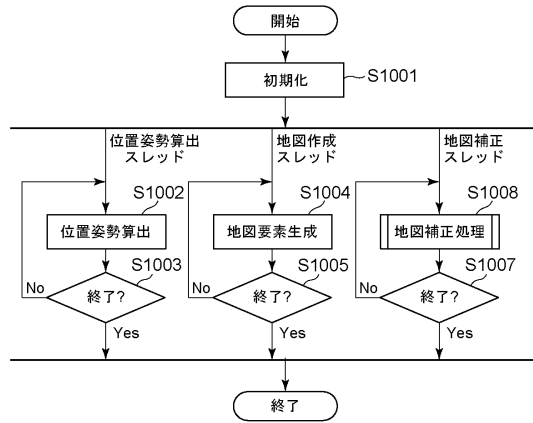
40

50

【図 9】



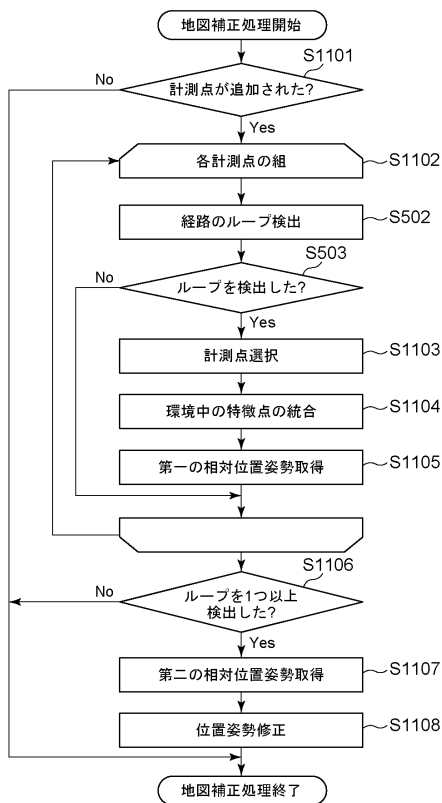
【図 10】



10

20

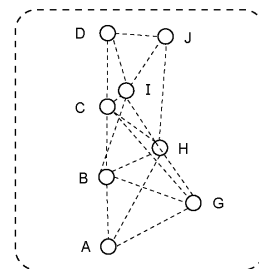
【図 11】



30

40

【図 12】



50

フロントページの続き

ヤノン株式会社内

審査官 渡邊 捷太郎

- (56)参考文献 特開 2018 - 120460 (JP, A)
特開 2017 - 146952 (JP, A)
特開 2017 - 111688 (JP, A)
特開 2012 - 064131 (JP, A)
米国特許出願公開第 2020 / 0080849 (US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|---------|
| G05D | 1 / 43 |
| G01C | 21 / 28 |
| G06T | 7 / 70 |
| G01B | 11 / 24 |