(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年12月7日(07.12.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/234385 A1

(51) 国際特許分類:
G05D 1/02 (2020.01)　*G06T 17/05* (2011.01)
G09B 29/00 (2006.01)　*G06T 7/55* (2017.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2023/020403

(22) 国際出願日：　2023年6月1日(01.06.2023)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

(30) 優先権データ：
特願 2022-091129　2022年6月3日(03.06.2022)　JP

(71) 出願人: ＮＥＣソリューションイノベータ株式会社 (**NEC SOLUTION INNOVATORS, LTD.**) [JP/JP]; 〒1368627 東京都江東区新木場一丁目１８番７号 Tokyo (JP).

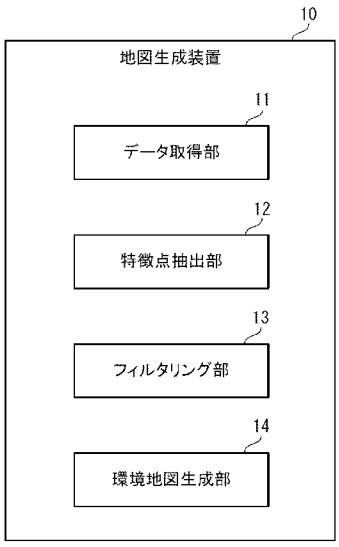
(72) 発明者: 小野 翔平 (**ONO, Shohei**); 〒1368627 東京都江東区新木場一丁目１８番７号ＮＥＣソリューションイノベータ株式会社内 Tokyo (JP). 栗田 裕二 (**KURITA, Yuji**); 〒1368627 東京都江東区新木場一丁目１８番７号ＮＥＣソリューションイノベータ株式会社内 Tokyo (JP). 木嶋 哲士 (**KISHIMA, Satoshi**); 〒1368627 東京都江東区新木場一丁目１８番７号ＮＥＣソリューションイノベータ株式会社内 Tokyo (JP). 深谷 安利 (**FUKAYA, Yasutoshi**); 〒1368627 東京都江東区新木場一丁目１８番７号ＮＥＣソリューションイノベータ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人ブライタス (**BRIGHTAS IP ATTORNEYS**); 〒1040061 東京都中央区銀座１丁目１９番１２号 Tokyo (JP).

(54) **Title:** MAP GENERATION DEVICE, MAP GENERATION METHOD, AND COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称： 地図生成装置、地図生成方法、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体

[図1]



10 Map generation device
11 Data acquisition unit
12 Feature point extraction unit
13 Filtering unit
14 Environment map generation unit

(57) **Abstract:** This map generation device 10 comprises: a data acquisition unit 11 which acquires, in units of frames, image data from depth sensors; a feature point extraction unit 12 which extracts, for each frame, feature points from the image data; a filtering unit 13 which selects, for each of the frames, a specific feature point, and excludes the selected specific feature point when the depth of the selected specific feature point is greater by a threshold value or more than a minimum value of the depths of a plurality of other feature points that are arrayed in a specific direction of the selected specific feature point and the image; and an environment map generation unit 14 which identifies a group of feature points corresponding between the frames, calculates three-dimensional coordinates of the feature points identified as the group,

WO 2023/234385 A1

[続葉有]

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

uses the calculation result, and generates an environment map composed of a set of the feature points identified as the group.

(57) 要約:地図生成装置１０は、深度センサからの画像データをフレーム単位で取得する、データ取得部１１と、フレーム毎に、画像データから特徴点を抽出する、特徴点抽出部１２と、フレーム毎に、特定の特徴点を選択し、選択した特定の特徴点の深度が、選択した特定の特徴点と画像の特定方向において並ぶ、別の複数の特徴点それぞれの深度のうちの最小値よりも、閾値以上大きい場合に、選択した特定の特徴点を排除する、フィルタリング部１３と、フレーム間で対応する特徴点の組を特定し、更に、組として特定された特徴点の３次元座標を算出し、算出結果を用いて、組として特定された特徴点の集合で構成された環境地図を生成する、環境地図生成部１４と、を備えている。

明　細　書

発明の名称 ：

地図生成装置、地図生成方法、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体

技術分野

[0001] 本開示は、点群データで構築された環境地図を生成するための、地図生成装置及び地図生成方法に関し、更には、これらを実現するためのプログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、センシング技術の向上により、ＳＬＡＭ（Simultaneous Localization and Mapping）が注目されている。ＳＬＡＭは、カメラを搭載した移動体によって、自己位置の推定と環境地図の作成とを同時に実行する技術である（例えば、特許文献１参照）。ＳＬＡＭによれば、自律走行するロボット等の移動体は、ランダムに移動する必要がなく、環境地図から得られる自律走行用地図に沿って移動できるため、その移動効率は向上することになる。

[0003] 具体的には、移動体は、カメラから出力される画像データをフレーム毎に取得し、最新のフレームにおいて、過去のフレームから抽出された特徴点に対応する特徴点を探索し、対応する特徴点同士で構成された特徴点の組を抽出する。そして、移動体は、特徴点の組を用いて、最新のフレームにおけるカメラ行列を算出し、特徴点の組毎に、カメラ行列と、特徴点のフレームにおける２次元座標とを用いて、特徴点の３次元座標を算出する。

[0004] また、移動体は、カメラ行列を算出すると、カメラ行列からカメラの位置を算出し、自己位置推定を行う。更に、移動体は、３次元座標が算出された特徴点を用いて、３次元の点群で構成された環境地図（以下「３次元環境地図」と表記する。）を生成又は更新する。その後、移動体は、３次元環境地図を２次元に変換することによって、自律走行用地図を生成し、自律走行用地図を用いて自律走行を行う。

[0005] また、センサとしては、カメラ以外に、画像データの画素毎に物体までの

距離（深度）を測定できる深度センサも用いられる。深度センサを用いれば、カメラを用いる場合に比べて、環境地図を構成する点群の密度を高くでき、精度の高い自律走行が可能となる。深度センサの具体例としては、ＬｉＤＡＲ（light detection and ranging）センサが挙げられる（例えば、特許文献２参照）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２０２０－７６７１４号公報

特許文献2：特開２０２１－１２４４９６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、上述したＳＬＡＭによれば、カメラの前方に、物体が存在する場合は、物体の特徴点が抽出され、環境地図においては、この物体の点群が構築される。しかしながら、物体とカメラとの間に、物体よりも小さい遮蔽物が存在すると、物体上の遮蔽物の陰となる領域の境界部分において、誤った特徴点が抽出されてしまう場合がある。このような場合、精度の低い環境地図が生成されてしまい、結果、自律走行の精度は大きく低下してしまう。

[0008] 本開示の目的の一例は、センサと物体との間に遮蔽物が存在している場合であっても、環境地図の精度の低下を抑制することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 上記目的を達成するため、本開示の一側面における地図生成装置は、

深度センサから出力された画像データをフレーム単位で取得する、データ取得部と、

フレーム毎に、前記画像データから特徴点を抽出する、特徴点抽出部と、

フレーム毎に、抽出された特徴点の中から特定の特徴点を選択し、選択した前記特定の特徴点の深度が、選択した前記特定の特徴点と画像の特定方向において並ぶ、別の複数の特徴点それぞれの深度のうちの最小値よりも、閾

値以上大きい場合に、選択した前記特定の特徴点を排除する、フィルタリング部と、

フレーム間で対応する特徴点の組を特定し、更に、組として特定された前記特徴点の３次元座標を算出し、算出結果を用いて、組として特定された前記特徴点の集合で構成された環境地図を生成する、環境地図生成部と、

を備えている、ことを特徴とする。

[0010] また、上記目的を達成するため、本開示の一側面における地図生成方法は、

深度センサから出力された画像データをフレーム単位で取得する、データ取得ステップと、

フレーム毎に、前記画像データから特徴点を抽出する、特徴点抽出ステップと、

フレーム毎に、抽出された特徴点の中から特定の特徴点を選択し、選択した前記特定の特徴点の深度が、選択した前記特定の特徴点と画像の特定方向において並ぶ、別の複数の特徴点それぞれの深度のうちの最小値よりも、閾値以上大きい場合に、選択した前記特定の特徴点を排除する、フィルタリングステップと、

フレーム間で対応する特徴点の組を特定し、更に、組として特定された前記特徴点の３次元座標を算出し、算出結果を用いて、組として特定された前記特徴点の集合で構成された環境地図を生成する、環境地図生成ステップと、

を有する、ことを特徴とする。

[0011] 更に、上記目的を達成するため、本開示の一側面におけるプログラムは、コンピュータに、

深度センサから出力された画像データをフレーム単位で取得する、データ取得ステップと、

フレーム毎に、前記画像データから特徴点を抽出する、特徴点抽出ステップと、

フレーム毎に、抽出された特徴点の中から特定の特徴点を選択し、選択した前記特定の特徴点の深度が、選択した前記特定の特徴点と画像の特定方向において並ぶ、別の複数の特徴点それぞれの深度のうちの最小値よりも、閾値以上大きい場合に、選択した前記特定の特徴点を排除する、フィルタリングステップと、

フレーム間で対応する特徴点の組を特定し、更に、組として特定された前記特徴点の３次元座標を算出し、算出結果を用いて、組として特定された前記特徴点の集合で構成された環境地図を生成する、環境地図生成ステップと、

を実行させる、ことを特徴とする。

発明の効果

[0012] 以上のように本開示によれば、センサと物体との間に遮蔽物が存在している場合であっても、環境地図の精度の低下を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図１は、地図生成装置の概略構成を示す構成図である。

[図2]図２は、地図生成装置の構成を具体的に示す構成図である。

[図3]図３は、フィルタリング部の機能を説明するための説明図である。

[図4]図４は、３次元環境地図の一例を示す図である。

[図5]図５は、地図生成装置の動作を示すフロー図である。

[図6]図６は、地図生成装置を実現するコンピュータの一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0014] （実施の形態１）

以下、実施の形態における、地図生成装置、地図生成方法、及びプログラムについて、図１～図６を参照しながら説明する。

[0015] ［装置構成］

最初に、実施の形態における地図生成装置の概略構成について図１を用いて説明する。図１は、地図生成装置の概略構成を示す構成図である。

[0016] 図１に示す、実施の形態における、地図生成装置１０は、点群データで構築された環境地図を生成するための装置である。図１に示すように、地図生成装置１０は、データ取得部１１と、特徴点抽出部１２と、フィルタリング部１３と、環境地図生成部１４と、を備えている。

[0017] データ取得部１１は、深度センサから出力された画像データをフレーム単位で取得する。特徴点抽出部１２は、フレーム毎に、データ取得部１１が取得した画像データから特徴点を抽出する。

[0018] フィルタリング部１３は、フレーム毎に、抽出された特徴点の中から特定の特徴点を選択する。また、フィルタリング部１３は、選択した特定の特徴点の深度が、選択した特定の特徴点と画像の特定方向において並ぶ、別の複数の特徴点それぞれの深度のうちの最小値よりも、閾値以上大きい場合は、選択した特徴点を排除する。

[0019] 環境地図生成部１４は、フレーム間で対応する特徴点の組を特定し、更に、組として特定された前記特徴点の３次元座標を算出し、算出結果を用いて、組として特定された特徴点の集合で構成された環境地図を生成する。

[0020] このように、実施の形態では、地図生成装置１０は、特定の特徴点、例えば、物体のエッジとなる特徴点を選択し、選択した特徴点の深度が、水平方向に並ぶ別の特徴点の深度の最小値よりも一定以上大きい場合、選択した特徴点を排除する。この場合、選択された特徴点は、センサと物体との間の遮蔽物の陰によってできた特徴点である。この結果、実施の形態によれば、センサと物体との間に遮蔽物が存在している場合であっても、環境地図の精度の低下を抑制できる。

[0021] 続いて、図２及び図３を用いて、実施の形態における地図生成装置の構成及び機能について具体的に説明する。図２は、地図生成装置の構成を具体的に示す構成図である。図３は、フィルタリング部の機能を説明するための説明図である。

[0022] 図２に示すように、実施の形態では、地図生成装置１０は、ロボット等の自律走行可能な移動体１００に搭載されている。移動体１００は、地図生成

装置１０に加えて、深度センサ２０と、制御装置３０と、操舵装置４０と、パワートレイン５０とを備えている。

[0023] 深度センサ２０は、実施の形態では、移動体１００において、その進行方向側が撮影されるように取り付けられている。また、深度センサ２０は、深度付の画像を撮影可能なセンサであり、深度付の画像データを、設定されたフレームレートで出力する。図２の例では、深度センサ２０としては、３次元ＬｉＤＡＲが用いられている。

[0024] 制御装置３０は、移動体１００に搭載されたコンピュータによって構築されている。制御装置３０は、地図生成装置１０によって生成された環境地図を用いて、移動体１００の進行方向及び移動速度を制御する。例えば、制御装置３０は、環境地図を用いて、現在から目的地までのルートを設定し、移動体１００が設定したルート上を移動するように、移動体１００の進行方向及び移動速度を決定して、パワートレイン５０と操舵装置４０とを制御する。

[0025] パワートレイン５０は、走行用の電動モータ、動力伝達機構等で構成されている。パワートレイン５０には、タイヤ、キャタピラ等が接続されている。パワートレイン５０は、制御装置３０から指示に応じて、タイヤ、キャタピラ等を回転させる。

[0026] 操舵装置４０は、移動体１００の操舵輪の方向を制御するための機構を備えている。操舵装置４０は、制御装置３０からの指示に応じて、操舵輪の方向を決定する。また、操舵装置４０は、左右の駆動輪のトルクを制御することで移動方向を制御する機構を備えていても良い。

[0027] 実施の形態では、地図生成装置１０は、移動体１００に搭載されたコンピュータ上に、後述する実施の形態におけるプログラムによって構築されている。また、地図生成装置１０は、移動体１００に搭載されたコンピュータとは別の装置（例えば、電子回路等）によって構築されていても良い。

[0028] データ取得部１１は、実施の形態では、深度センサ２０から、深度付の画像データを、フレーム単位で取得する。データ取得部１１は、取得した画像

データ（フレーム）を、順次、特徴点抽出部１２に入力する。

[0029] 特徴点抽出部１２は、実施の形態では、フレームが入力されると、フレーム毎に、例えば、一般的なＦＡＳＴアルゴリズムを用いて、物体の特徴点を抽出する。そして、特徴点抽出部１２は、フレーム毎に抽出した特徴点を特定する情報を、フィルタリング部１３に入力する。

[0030] フィルタリング部１３は、実施の形態では、フレーム毎の特徴点が入力されると、フレーム毎に、抽出された特徴点の中から特定の特徴点を選択する。実施の形態では、フィルタリング部１３は、着目する特徴点と、着目する特徴点と画像の特定方向において並ぶ、別の複数の特徴点と、を結ぶ軌跡の曲率を算出し、算出した曲率が閾値以上である場合に、着目する特徴点を特定の特徴点として選択する。つまり、フィルタリング部１３は、図３に示すように、物体のエッジとなる部分の特徴点を特定の特徴点（以下「エッジ特徴点」と表記する。）として選択する。

[0031] 図３の例では、「●」で示される特徴点が選択される。「●」で示される特徴点は、物体のエッジとなる部分の特徴点（エッジ特徴点）であり、そこでの曲率は閾値以上となっている。「○」で示される特徴点は、物体の平面となる部分の特徴点（以下「平面特徴点」と表記する。）である。図３において、２１は、深度センサ２０の撮影領域を示している。２２は、実空間に存在する壁を示し、２３は、深度センサ２０と壁（物体）２２との間に存在する遮蔽物を示している。

[0032] 具体的には、まず、特定方向は、着目する特徴点付近の深度センサ２０の走査方向である。深度センサ２０がＬｉＤＡＲである場合、その走査方向は、ＬｉＤＡＲの仕様によって決定される。フィルタリング部１３は、まず、抽出された特徴点の内の１つに着目し、走査方向において、この特徴点（以下「着目特徴点」とする。）と並ぶ別の複数の特徴点を特定する。例えば、フィルタリング部１３は、走査方向において、着目特徴点を中心にして、前後５個ずつ（合計１０個）別の特徴点を特定する。

[0033] 続いて、フィルタリング部１３は、着目特徴点と別の複数の特徴点とを結

ぶ軌跡について、例えば、下記の数１を用いて、その曲率ｃを算出する。下記数１において、ｉは、着目特徴点を示し、ｊは、着目特徴点に並ぶ別の特徴点を示す。Ｓは着目特徴点に並ぶ別の特徴点の個数を示す。$X^L_{(k,i)}$は、フレームｋにおける着目特徴点ｉの座標を示し、$X^L_{(k,j)}$は、フレームｋにおける特徴点ｊの座標を示す。

[0034] [数1]

$$c = \frac{1}{|\mathcal{S}| \cdot \|X^L_{(k,i)}\|} \| \sum_{j \in \mathcal{S}, j \neq i} (X^L_{(k,i)} - X^L_{(k,j)}) \|.$$

[0035] フィルタリング部１３は、算出した曲率ｃの値が、閾値以上である場合（曲率c_i≧閾値）に、着目特徴点をエッジ特徴点として選択する。また、フィルタリング部１３は、同一フレーム内において、曲率ｃの値が閾値以上である特徴点の個数が上限を超えない場合にのみ、エッジ特徴点を選択することもできる。特徴点の個数が上限を超える場合は、着目特徴点は、陰によってできた特徴点ではない可能性が高いからである。

[0036] 続いて、フィルタリング部１３は、選択したエッジ特徴点毎に、エッジ特徴点の深度d_iが、走査方向において並ぶ別の複数の特徴点それぞれの深度のうちの最小値よりも、閾値以上大きいかどうかを判定する。具体的には、フィルタリング部１３は、下記の数２が満たされているかどうかを判定する。判定の結果、閾値以上大きい場合（深度d_i－ＭＩＮ（d_j）≧閾値）は、フィルタリング部１３は、選択したエッジ特徴点を排除する。

[0037] 環境地図生成部１４は、まず、フィルタリング部１３によって排除されなかった各フレームの特徴点を用いて、フレーム毎に、それから抽出された特徴点と過去のフレームから抽出された特徴点とを対応付け、特徴点の組を特定する。

[0038] 次に、環境地図生成部１４は、フレーム毎に、そのフレームで特定された特徴点の組を用いて、そのフレームにおけるカメラ行列を算出する。そして、環境地図生成部１４は、算出したカメラ行列と、特徴点のフレームにおける２次元座標とを用いて、特徴点の３次元座標を算出する。

[0039] 続いて、環境地図生成部１４は、カメラ行列を算出すると、カメラ行列からカメラの位置を算出し、自己位置推定を行う。更に、移動体は、３次元座標が算出された特徴点を用いて、３次元の点群で構成された環境地図（以下「３次元環境地図」と表記する。）を生成又は更新する。図４は、３次元環境地図の一例を示す図である。

[0040] また、環境地図生成部１４は、生成した３次元環境地図を制御装置３０に入力する。更に、環境地図生成部１４は、３次元環境地図を２次元に変換することによって、２次元の環境地図を生成することもできる。この場合は、環境地図生成部１４は、生成した２次元の環境地図を、制御装置３０に渡す。その後、制御装置３０は、得られた環境地図を用いて、移動体の進行方向及び移動速度を制御する。

[0041] なお、上述した例では、深度センサ２０として、３次元空間での深度を測定可能な３次元ＬｉＤＡＲが用いられているが、実施の形態では、深度センサ２０は、これに限定されることはない。実施の形態では、深度センサ２０としては、その他に、特定の平面での深度を測定する画角固定型の２次元ＬｉＤＡＲ、ＴＯＦ（Time Of Flight）カメラも挙げられる。また、深度センサ２０として用いられるＬｉＤＡＲは、画角が固定された固定型であっても良いし、画角が固定されていない回転型でも良い。

［装置動作］

次に、実施の形態における地図生成装置１０の動作について図５を用いて説明する。図５は、地図生成装置の動作を示すフロー図である。以下の説明においては、適宜図１～図４を参照する。また、実施の形態では、地図生成装置１０を動作させることによって、地図生成方法が実施される。よって、実施の形態における地図生成方法の説明は、以下の地図生成装置１０の動作説明に代える。

[0042] 図５に示すように、最初に、データ取得部１１は、深度センサ２０から、フレーム単位で、深度付の画像データが出力されると、出力された画像データを取得する（ステップＡ１）。また、データ取得部１１は、設定されたフ

レーム数分の画像データを取得すると、取得した画像データを、特徴点抽出部１２に入力する。

[0043] 次に、特徴点抽出部１２は、ステップＡ１で取得された画像データが入力されると、フレーム毎に、特徴点を抽出する（ステップＡ２）。また、特徴点抽出部１２は、フレーム毎に、抽出した特徴点を、フィルタリング部１３に出力する。

[0044] 次に、フィルタリング部１３は、ステップＡ２によって、フレーム毎の特徴点が入力されると、フレーム毎に、抽出された特徴点の中からエッジ特徴点を選択する（ステップＡ３）。

[0045] ステップＡ３では、フィルタリング１３は、フレーム毎に、着目する特徴点と、着目する特徴点と深度センサ２０の走査方向において並ぶ、別の複数の特徴点と、を結ぶ軌跡の曲率を算出し、算出した曲率が閾値以上である場合に、着目する特徴点をエッジ特徴点として選択する。

[0046] 次に、フィルタリング部１３は、ステップＡ３で選択したエッジ特徴点毎に、エッジ特徴点の深度が、それと走査方向に並ぶ別の複数の特徴点の深度のうちの最小値よりも、閾値以上大きいかどうかを判定する。（ステップＡ４）。

[0047] 次に、フィルタリング部１３は、フレーム毎に、ステップＡ４において閾値以上大きいと判定したエッジ特徴点を排除する（ステップＡ５）。

[0048] 次に、環境地図生成部１４は、ステップＡ５で排除されなかった特徴点を用いて、フレーム毎に、それから抽出された特徴点と過去のフレームから抽出された特徴点とを対応付け、特徴点の組を特定する（ステップＡ６）。

[0049] 次に、環境地図生成部１４は、ステップＡ６で組として特定された特徴点の３次元座標を算出し、算出結果を用いて、組として特定された特徴点の集合で構成された環境地図を生成する（ステップＡ７）。

[0050] その後、環境地図生成部１４は、ステップＡ７で生成された環境地図を、制御装置３０に入力する。これにより、制御装置３０は、得られた環境地図を用いて、移動体の進行方向及び移動速度を制御する。

[0051] 以上のように実施の形態では、深度センサと物体との間の遮蔽物の陰によってできた特徴点が排除されるため、間違った特徴点の組の抽出が回避される。従って、実施の形態によれば、深度センサと物体との間に遮蔽物が存在している場合であっても、環境地図の精度の低下を抑制できる。

[0052] ［プログラム］

実施の形態におけるプログラムは、コンピュータに、図５に示すステップＡ１～Ａ７を実行させるプログラムであれば良い。このプログラムをコンピュータにインストールし、実行することによって、実施の形態における地図生成装置１０と地図生成方法とを実現することができる。この場合、コンピュータのプロセッサは、データ取得部１１、特徴点抽出部１２、フィルタリング部１３、及び環境地図生成部１４として機能し、処理を行なう。

[0053] また、コンピュータとしては、移動体１００に搭載されたコンピュータが挙げられる。その他、コンピュータとしては、汎用のＰＣ、スマートフォン、タブレット型端末装置も挙げられる。

[0054] また、実施の形態におけるプログラムは、複数のコンピュータによって構築されたコンピュータシステムによって実行されても良い。この場合は、例えば、各コンピュータが、それぞれ、データ取得部１１、特徴点抽出部１２、フィルタリング部１３、及び環境地図生成部１４のいずれかとして機能しても良い。

[0055] ［物理構成］

ここで、実施の形態におけるプログラムを実行することによって、地図生成装置１０を実現するコンピュータについて図６を用いて説明する。図６は、地図生成装置を実現するコンピュータの一例を示すブロック図である。

[0056] 図７に示すように、コンピュータ１１０は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）１１１と、メインメモリ１１２と、記憶装置１１３と、入力インターフェイス１１４と、表示コントローラ１１５と、データリーダ／ライタ１１６と、通信インターフェイス１１７とを備える。これらの各部は、バス１２１を介して、互いにデータ通信可能に接続される。

[0057] また、コンピュータ１１０は、ＣＰＵ１１１に加えて、又はＣＰＵ１１１に代えて、ＧＰＵ（Graphics Processing Unit）、又はＦＰＧＡ（Field-Programmable Gate Array）を備えていても良い。この態様では、ＧＰＵ又はＦＰＧＡが、実施の形態におけるプログラムを実行することができる。

[0058] ＣＰＵ１１１は、記憶装置１１３に格納された、コード群で構成された実施の形態におけるプログラムをメインメモリ１１２に展開し、各コードを所定順序で実行することにより、各種の演算を実施する。メインメモリ１１２は、典型的には、ＤＲＡＭ（Dynamic Random Access Memory）等の揮発性の記憶装置である。

[0059] また、実施の形態におけるプログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体１２０に格納された状態で提供される。なお、本実施の形態におけるプログラムは、通信インターフェイス１１７を介して接続されたインターネット上で流通するものであっても良い。

[0060] また、記憶装置１１３の具体例としては、ハードディスクドライブの他、フラッシュメモリ等の半導体記憶装置が挙げられる。入力インターフェイス１１４は、ＣＰＵ１１１と、キーボード及びマウスといった入力機器１１８との間のデータ伝送を仲介する。表示コントローラ１１５は、ディスプレイ装置１１９と接続され、ディスプレイ装置１１９での表示を制御する。

[0061] データリーダ／ライタ１１６は、ＣＰＵ１１１と記録媒体１２０との間のデータ伝送を仲介し、記録媒体１２０からのプログラムの読み出し、及びコンピュータ１１０における処理結果の記録媒体１２０への書き込みを実行する。通信インターフェイス１１７は、ＣＰＵ１１１と、他のコンピュータとの間のデータ伝送を仲介する。

[0062] また、記録媒体１２０の具体例としては、ＣＦ（Compact Flash（登録商標））及びＳＤ（Secure Digital）等の汎用的な半導体記憶デバイス、フレキシブルディスク（Flexible Disk）等の磁気記録媒体、又はＣＤ－ＲＯＭ（Compact Disk Read Only Memory）などの光学記録媒体が挙げられる。

[0063] なお、実施の形態における地図生成装置１０は、プログラムがインストー

ルされたコンピュータではなく、各部に対応したハードウェア、例えば、電子回路を用いることによっても実現可能である。更に、地図生成装置１０は、一部がプログラムで実現され、残りの部分がハードウェアで実現されていてもよい。実施の形態において、コンピュータは、図７に示すコンピュータに限定されることはない。

[0064] 上述した実施の形態の一部又は全部は、以下に記載する（付記１）～（付記１２）によって表現することができるが、以下の記載に限定されるものではない。

[0065] （付記１）

深度センサから出力された画像データをフレーム単位で取得する、データ取得部と、

フレーム毎に、前記画像データから特徴点を抽出する、特徴点抽出部と、

フレーム毎に、抽出された特徴点の中から特定の特徴点を選択し、選択した前記特定の特徴点の深度が、選択した前記特定の特徴点と画像の特定方向において並ぶ、別の複数の特徴点それぞれの深度のうちの最小値よりも、閾値以上大きい場合に、選択した前記特定の特徴点を排除する、フィルタリング部と、

フレーム間で対応する特徴点の組を特定し、更に、組として特定された前記特徴点の３次元座標を算出し、算出結果を用いて、組として特定された前記特徴点の集合で構成された環境地図を生成する、環境地図生成部と、

を備えている、

ことを特徴とする地図生成装置。

[0066] （付記２）

前記フィルタリング部が、着目する特徴点と、前記着目する特徴点と前記特定方向において並ぶ、別の複数の特徴点と、を結ぶ軌跡の曲率を算出し、算出した前記曲率が閾値以上である場合に、前記着目する特徴点を前記特定の特徴点として選択し、

選択した前記特定の特徴点の深度が、前記別の複数の特徴点それぞれの深度

のうちの最小値よりも、閾値以上大きい場合に、選択した前記特定の特徴点を排除する、

付記１に記載の地図生成装置。

[0067]（付記３）

前記特定方向が、前記深度センサの走査方向であり、

前記フィルタリング部が、前記着目する特徴点と、前記着目する特徴点を中心にして前記特定方向において前記着目する特徴点と並ぶ、別の複数の特徴点と、を結ぶ軌跡の曲率を算出する、

付記２に記載の地図生成装置。

[0068]（付記４）

前記深度センサが移動体に搭載されている、

付記１から３のいずれかに記載の地図生成装置。

[0069]（付記５）

深度センサから出力された画像データをフレーム単位で取得する、データ取得ステップと、

フレーム毎に、前記画像データから特徴点を抽出する、特徴点抽出ステップと、

フレーム毎に、抽出された特徴点の中から特定の特徴点を選択し、選択した前記特定の特徴点の深度が、選択した前記特定の特徴点と画像の特定方向において並ぶ、別の複数の特徴点それぞれの深度のうちの最小値よりも、閾値以上大きい場合に、選択した前記特定の特徴点を排除する、フィルタリングステップと、

フレーム間で対応する特徴点の組を特定し、更に、組として特定された前記特徴点の３次元座標を算出し、算出結果を用いて、組として特定された前記特徴点の集合で構成された環境地図を生成する、環境地図生成ステップと、

を有する、

ことを特徴とする地図生成方法。

[0070]（付記６）

前記フィルタリングステップにおいて、着目する特徴点と、前記着目する特徴点と前記特定方向において並ぶ、別の複数の特徴点と、を結ぶ軌跡の曲率を算出し、算出した前記曲率が閾値以上である場合に、前記着目する特徴点を前記特定の特徴点として選択し、

選択した前記特定の特徴点の深度が、前記別の複数の特徴点それぞれの深度のうちの最小値よりも、閾値以上大きい場合に、選択した前記特定の特徴点を排除する、

付記５に記載の地図生成方法。

[0071]（付記７）

前記特定方向が、前記深度センサの走査方向であり、

前記フィルタリングステップにおいて、前記着目する特徴点と、前記着目する特徴点を中心にして前記特定方向において前記着目する特徴点と並ぶ、別の複数の特徴点と、を結ぶ軌跡の曲率を算出する、

付記６に記載の地図生成方法。

[0072]（付記８）

前記深度センサが移動体に搭載されている、

付記５から７のいずれかに記載の地図生成方法。

[0073]（付記９）

コンピュータに、

深度センサから出力された画像データをフレーム単位で取得する、データ取得ステップと、

フレーム毎に、前記画像データから特徴点を抽出する、特徴点抽出ステップと、

フレーム毎に、抽出された特徴点の中から特定の特徴点を選択し、選択した前記特定の特徴点の深度が、選択した前記特定の特徴点と画像の特定方向において並ぶ、別の複数の特徴点それぞれの深度のうちの最小値よりも、閾値以上大きい場合に、選択した前記特定の特徴点を排除する、フィルタリン

グステップと、

フレーム間で対応する特徴点の組を特定し、更に、組として特定された前記特徴点の３次元座標を算出し、算出結果を用いて、組として特定された前記特徴点の集合で構成された環境地図を生成する、環境地図生成ステップと、

を実行させる、プログラム。

[0074]（付記１０）

前記フィルタリングステップにおいて、着目する特徴点と、前記着目する特徴点と前記特定方向において並ぶ、別の複数の特徴点と、を結ぶ軌跡の曲率を算出し、算出した前記曲率が閾値以上である場合に、前記着目する特徴点を前記特定の特徴点として選択し、

選択した前記特定の特徴点の深度が、前記別の複数の特徴点それぞれの深度のうちの最小値よりも、閾値以上大きい場合に、選択した前記特定の特徴点を排除する、

付記９に記載のプログラム。

[0075]（付記１１）

前記特定方向が、前記深度センサの走査方向であり、

前記フィルタリングステップにおいて、前記着目する特徴点と、前記着目する特徴点を中心にして前記特定方向において前記着目する特徴点と並ぶ、別の複数の特徴点と、を結ぶ軌跡の曲率を算出する、

付記１０に記載のプログラム。

[0076]（付記１２）

前記深度センサが移動体に搭載されている、

付記９から１１のいずれかに記載のプログラム。

[0077] 以上、実施の形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施の形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

[0078] この出願は、２０２２年６月３日に出願された日本出願特願２０２２－９

１１２９を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

産業上の利用可能性

[0079] 以上のように本開示によれば、センサと物体との間に遮蔽物が存在している場合であっても、環境地図の精度の低下を抑制することができる。本開示は、ＳＬＡＭが用いられる分野において有用である。

符号の説明

[0080] １０　地図生成装置

１１　データ取得部

１２　特徴点抽出部

１３　フィルタリング部

１４　環境地図生成部

２０　深度センサ

３０　制御装置

４０　操舵装置

５０　パワートレイン

１００　移動体

１１０　コンピュータ

１１１　ＣＰＵ

１１２　メインメモリ

１１３　記憶装置

１１４　入力インターフェイス

１１５　表示コントローラ

１１６　データリーダ／ライタ

１１７　通信インターフェイス

１１８　入力機器

１１９　ディスプレイ装置

１２０　記録媒体

１２１　バス

請求の範囲

[請求項1] 深度センサから出力された画像データをフレーム単位で取得する、データ取得手段と、

フレーム毎に、前記画像データから特徴点を抽出する、特徴点抽出手段と、

フレーム毎に、抽出された特徴点の中から特定の特徴点を選択し、選択した前記特定の特徴点の深度が、選択した前記特定の特徴点と画像の特定方向において並ぶ、別の複数の特徴点それぞれの深度のうちの最小値よりも、閾値以上大きい場合に、選択した前記特定の特徴点を排除する、フィルタリング手段と、

フレーム間で対応する特徴点の組を特定し、更に、組として特定された前記特徴点の３次元座標を算出し、算出結果を用いて、組として特定された前記特徴点の集合で構成された環境地図を生成する、環境地図生成手段と、

を備えている、

ことを特徴とする地図生成装置。

[請求項2] 前記フィルタリング手段が、着目する特徴点と、前記着目する特徴点と前記特定方向において並ぶ、別の複数の特徴点と、を結ぶ軌跡の曲率を算出し、算出した前記曲率が閾値以上である場合に、前記着目する特徴点を前記特定の特徴点として選択し、

選択した前記特定の特徴点の深度が、前記別の複数の特徴点それぞれの深度のうちの最小値よりも、閾値以上大きい場合に、選択した前記特定の特徴点を排除する、

請求項１に記載の地図生成装置。

[請求項3] 前記特定方向が、前記深度センサの走査方向であり、

前記フィルタリング手段が、前記着目する特徴点と、前記着目する特徴点を中心にして前記特定方向において前記着目する特徴点と並ぶ、別の複数の特徴点と、を結ぶ軌跡の曲率を算出する、

請求項２に記載の地図生成装置。

[請求項4] 前記深度センサが移動体に搭載されている、

請求項１に記載の地図生成装置。

[請求項5] 深度センサから出力された画像データをフレーム単位で取得し、

フレーム毎に、前記画像データから特徴点を抽出し、

フレーム毎に、抽出された特徴点の中から特定の特徴点を選択し、選択した前記特定の特徴点の深度が、選択した前記特定の特徴点と画像の特定方向において並ぶ、別の複数の特徴点それぞれの深度のうちの最小値よりも、閾値以上大きい場合に、選択した前記特定の特徴点を排除し、

フレーム間で対応する特徴点の組を特定し、更に、組として特定された前記特徴点の３次元座標を算出し、算出結果を用いて、組として特定された前記特徴点の集合で構成された環境地図を生成する、

ことを特徴とする地図生成方法。

[請求項6] 前記選択において、着目する特徴点と、前記着目する特徴点と前記特定方向において並ぶ、別の複数の特徴点と、を結ぶ軌跡の曲率を算出し、算出した前記曲率が閾値以上である場合に、前記着目する特徴点を前記特定の特徴点として選択し、

選択した前記特定の特徴点の深度が、前記別の複数の特徴点それぞれの深度のうちの最小値よりも、閾値以上大きい場合に、選択した前記特定の特徴点を排除する、

請求項５に記載の地図生成方法。

[請求項7] 前記特定方向が、前記深度センサの走査方向であり、

前記算出において、前記着目する特徴点と、前記着目する特徴点を中心にして前記特定方向において前記着目する特徴点と並ぶ、別の複数の特徴点と、を結ぶ軌跡の曲率を算出する、

請求項６に記載の地図生成方法。

[請求項8] 前記深度センサが移動体に搭載されている、

請求項５に記載の地図生成方法。

[請求項9] コンピュータに、

深度センサから出力された画像データをフレーム単位で取得させ、

フレーム毎に、前記画像データから特徴点を抽出させ、

フレーム毎に、抽出された特徴点の中から特定の特徴点を選択させ、選択した前記特定の特徴点の深度が、選択した前記特定の特徴点と画像の特定方向において並ぶ、別の複数の特徴点それぞれの深度のうちの最小値よりも、閾値以上大きい場合に、選択した前記特定の特徴点を排除させ、

フレーム間で対応する特徴点の組を特定させ、更に、組として特定された前記特徴点の３次元座標を算出させ、算出結果を用いて、組として特定された前記特徴点の集合で構成された環境地図を生成させる、

命令を含むプログラムを記録している、コンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項10] 前記選択において、着目する特徴点と、前記着目する特徴点と前記特定方向において並ぶ、別の複数の特徴点と、を結ぶ軌跡の曲率を算出し、算出した前記曲率が閾値以上である場合に、前記着目する特徴点を前記特定の特徴点として選択し、

選択した前記特定の特徴点の深度が、前記別の複数の特徴点それぞれの深度のうちの最小値よりも、閾値以上大きい場合に、選択した前記特定の特徴点を排除する、

請求項９に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項11] 前記特定方向が、前記深度センサの走査方向であり、

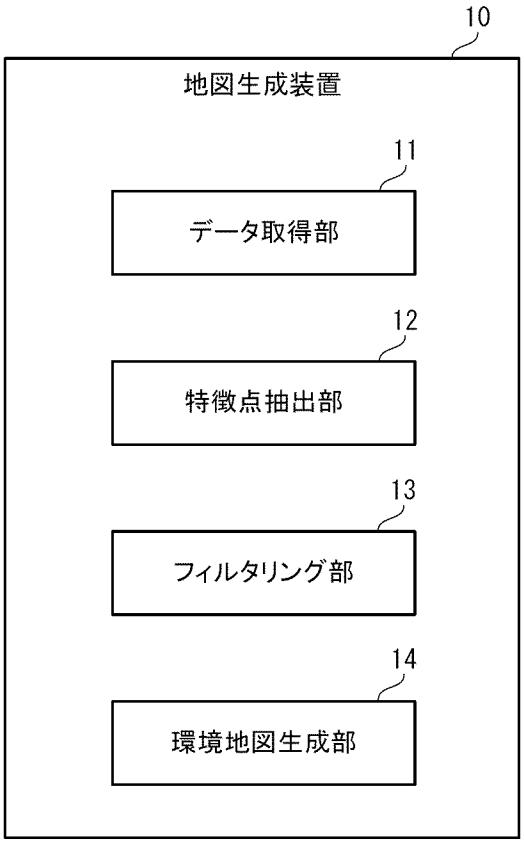
前記算出において、前記着目する特徴点と、前記着目する特徴点を中心にして前記特定方向において前記着目する特徴点と並ぶ、別の複数の特徴点と、を結ぶ軌跡の曲率を算出する、

請求項１０に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

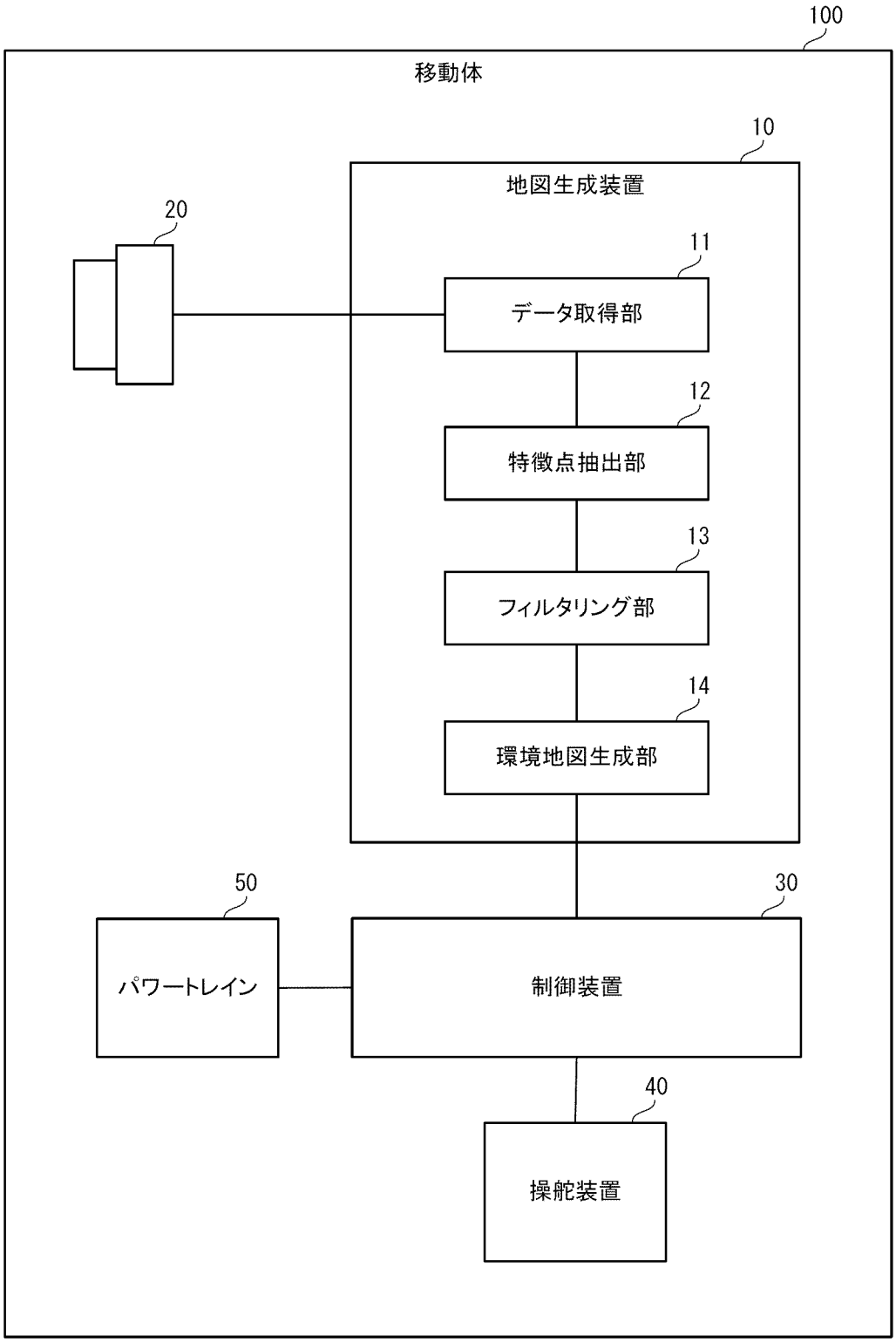
[請求項12] 前記深度センサが移動体に搭載されている、

請求項９に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

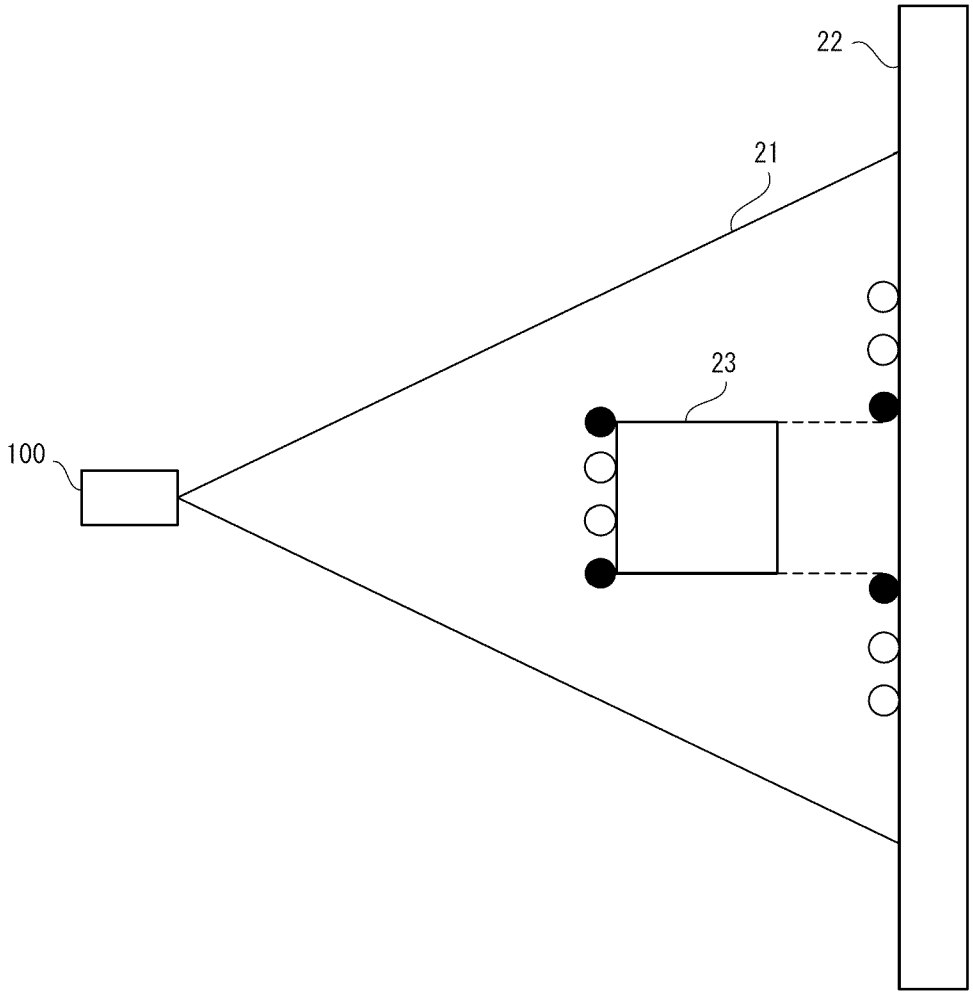
[図1]



[図2]

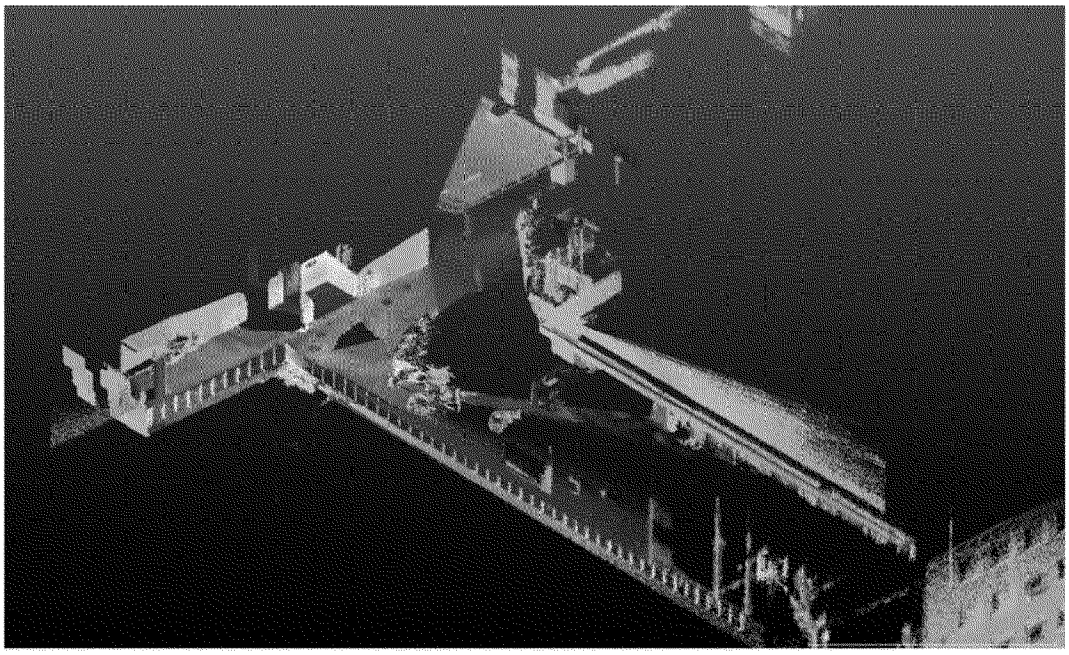

100
移動体
10
地図生成装置
20
11
データ取得部
12
特徴点抽出部
13
フィルタリング部
14
環境地図生成部
50
パワートレイン
30
制御装置
40
操舵装置

[図3]

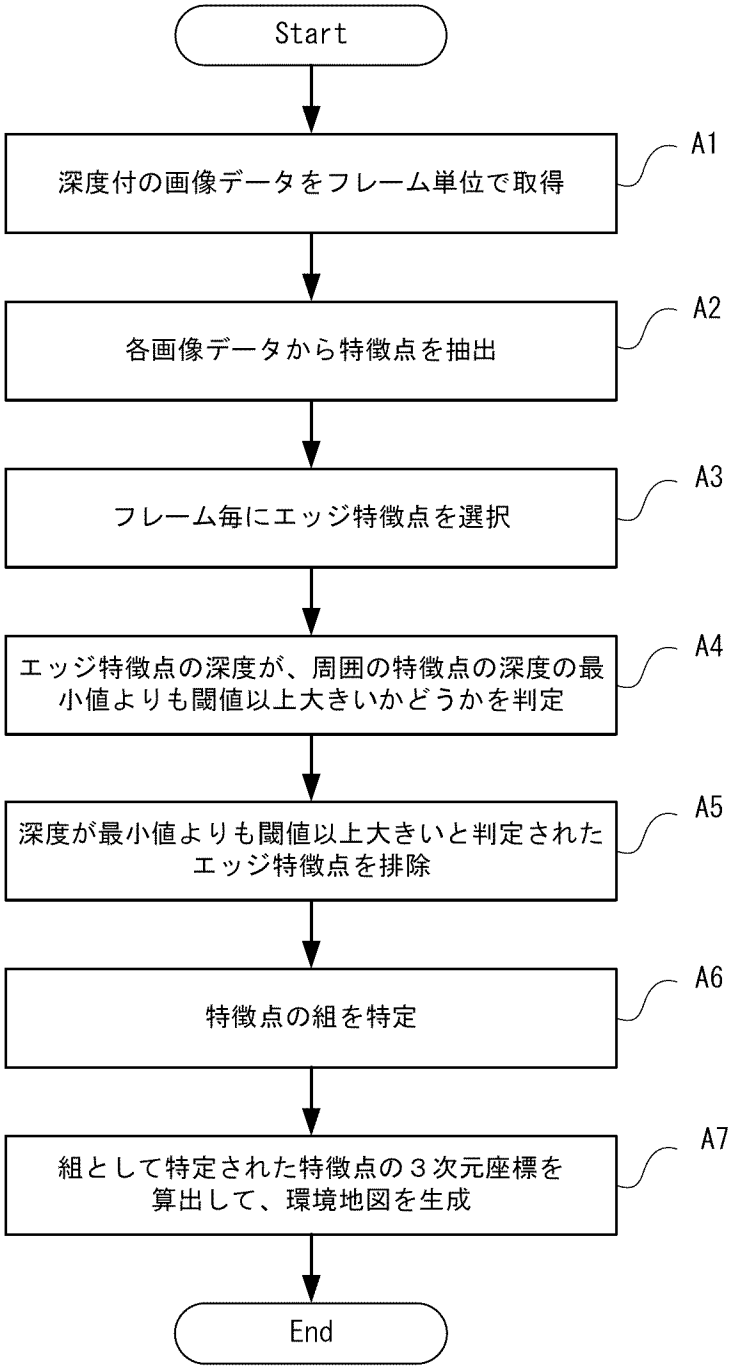


[図4]

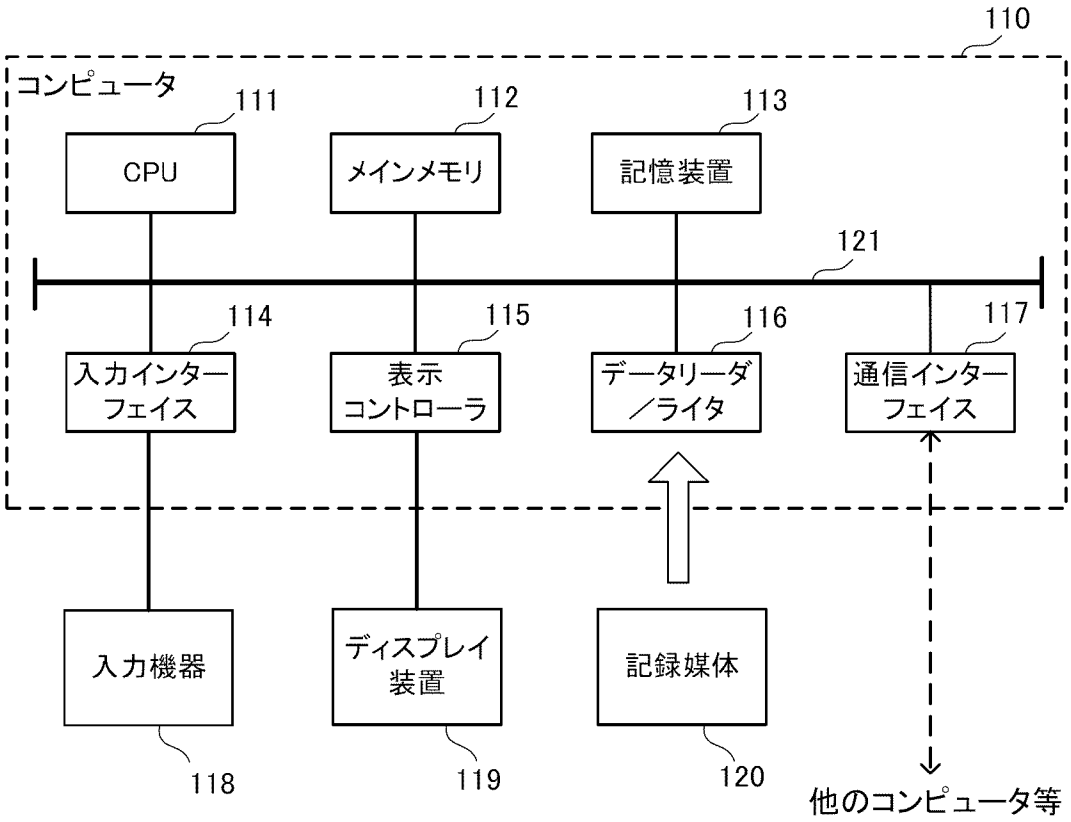
3次元環境地図



[図5]


Start
深度付の画像データをフレーム単位で取得
A1
各画像データから特徴点を抽出
A2
フレーム毎にエッジ特徴点を選択
A3
エッジ特徴点の深度が、周囲の特徴点の深度の最小値よりも閾値以上大きいかどうかを判定
A4
深度が最小値よりも閾値以上大きいと判定されたエッジ特徴点を排除
A5
特徴点の組を特定
A6
組として特定された特徴点の３次元座標を算出して、環境地図を生成
A7
End

[図6]


110
コンピュータ
111
CPU
112
メインメモリ
113
記憶装置
121
114
入力インターフェイス
115
表示コントローラ
116
データリーダ／ライタ
117
通信インターフェイス
入力機器
ディスプレイ装置
記録媒体
118
119
120
他のコンピュータ等

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/020403

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D 1/02(2020.01)i; ***G09B 29/00***(2006.01)i; ***G06T 17/05***(2011.01)i; ***G06T 7/55***(2017.01)i
FI: G06T7/55; G05D1/02 K; G09B29/00 Z; G06T17/05

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G05D1/02; G09B29/00; G06T17/05; G06T7/55

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2021/200432 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 07 October 2021 (2021-10-07) paragraphs [0185]-[0194]	1-12
A	田崎勇一, ＬｉＤＡＲを用いたＳＬＡＭ技術の現状と展望, システム／制御／情報, 15 February 2020, vol. 64, no. 2, pp. 51-56 3. Components of LiDAR SLAM, (TAZAKI, Yuichi. A Survey of LiDAR-Based SLAM Techniques. SYSTEMS, CONTROL AND INFORMATION.)	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
21 June 2023	**18 July 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/020403

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2021/200432 A1	07 October 2021	US 2023/0005220 A1 paragraphs [0222]-[0231] EP 4131173 A1 CN 115336250 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/020403

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G05D 1/02(2020.01)i; G09B 29/00(2006.01)i; G06T 17/05(2011.01)i; G06T 7/55(2017.01)i
FI: G06T7/55; G05D1/02 K; G09B29/00 Z; G06T17/05

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

G05D1/02; G09B29/00; G06T17/05; G06T7/55

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	WO 2021/200432 A1 (パナソニックＩＰマネジメント株式会社) 07.10.2021 (2021-10-07) 段落［０１８５］－［０１９４］	1-12
A	田崎勇一，ＬｉＤＡＲを用いたＳＬＡＭ技術の現状と展望，システム／制御／情報，2020.02.15, Vol. 64, No. 2, pp.51-56 3. LiDAR SLAMの構成要素	1-12

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
21.06.2023	18.07.2023

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
佐藤　実 5H 3247

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/020403

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2021/200432 A1	07.10.2021	US 2023/0005220 A1 段落[0222]-[0231] EP 4131173 A1 CN 115336250 A	