

(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
2022年1月13日(13.01.2022)



(10) 国際公開番号

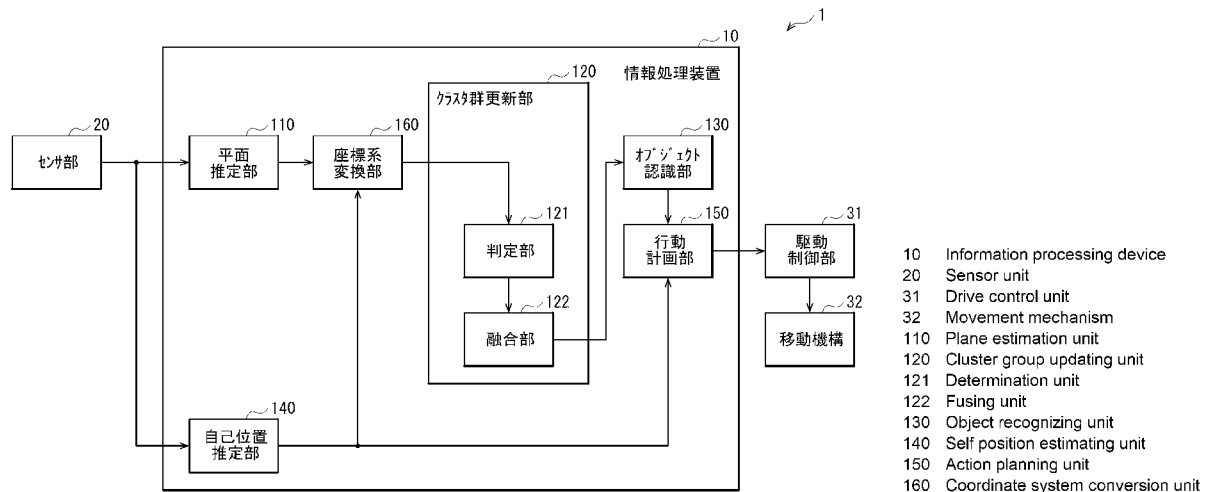
WO 2022/009602 A1

- (51) 国際特許分類:
G05D 1/02 (2020.01) G06T 7/00 (2017.01)
G06T 19/00 (2011.01) G06T 7/277 (2017.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/022191
- (22) 国際出願日: 2021年6月10日(10.06.2021)
- (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 2020-118065 2020年7月8日(08.07.2020) JP
- (71) 出願人: ソニーグループ株式会社(SONY GROUP CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 羽 生 田 誠 (HANYUDA, Makoto); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人つばさ国際特許事務所 (TSUBASA PATENT PROFESSIONAL CORPORATION); 〒1600022 東京都新宿区新宿1丁目15番9号 さわだビル3階 Tokyo (JP).
- (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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.

(54) Title: INFORMATION PROCESSING DEVICE, INFORMATION PROCESSING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 情報処理装置、情報処理方法、及びプログラム

[図1]



(57) Abstract: This information processing device comprises a fusing unit that updates a second cluster group by fusing each first cluster included in a first cluster group obtained by clustering first point group data acquired by a sensor to each second cluster included in the second cluster group which is generated on the basis of second point group data acquired more in the past than the first point group data.

(57) 要約: センサにて取得された第1の点群データをクラスタリングした第1のクラスタ群に含まれる第1クラスタの各々を、前記第1の点群データよりも過去に取得された第2の点群データに基づいて生成された第2のクラスタ群に含まれる第2クラスタの各々に融合させることで、前記第2のクラスタ群を更新する融合部を備える、情報処理装置。

[続葉有]

(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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))

明 細 書

発明の名称： 情報処理装置、情報処理方法、及びプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、情報処理装置、情報処理方法、及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、センサ等によるセンシング結果に基づいて、周囲の環境を微小平面の集合体として表現する技術が提案されている（例えば、非特許文献１）。

[0003] 例えば、測距センサ等によって周囲の環境に存在するオブジェクトまでの距離及び方位を取得することで、周囲の環境に存在するオブジェクト表面を点群データとして表現する技術が提案されている。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献１：Chanoh Park, et al., “Probabilistic Surfel Fusion for DenseLiDAR Mapping”, IEEE International Conference on Computer Vision Workshops (ICCVW), 2017, 2418-2426

発明の概要

[0005] このような周囲の環境を表現するデータは、周囲の環境の変化に伴って迅速に更新されていくことが望まれる。

[0006] よって、環境を表現したデータをより高効率で更新することが可能な、情報処理装置、情報処理方法、及びプログラムを提供することが望ましい。

[0007] 本開示の一実施形態に係る情報処理装置は、センサにて取得された第１の点群データをクラスタリングした第１のクラスタ群に含まれる第１クラスタの各々を、前記第１の点群データよりも過去に取得された第２の点群データに基づいて生成された第２のクラスタ群に含まれる第２クラスタの各々に融合させることで、前記第２のクラスタ群を更新する融合部を備える。

[0008] 本開示の一実施形態に係る情報処理方法は、演算処理装置を用いて、センサにて取得された第１の点群データをクラスタリングした第１のクラスタ群

に含まれる第1 クラスタの各々を、前記第1 の点群データよりも過去に取得された第2 の点群データに基づいて生成された第2 のクラスタ群に含まれる第2 クラスタの各々に融合させることで、前記第2 のクラスタ群を更新することを含む。

[0009] 本開示の一実施形態に係るプログラムは、コンピュータを、センサにて取得された第1 の点群データをクラスタリングした第1 のクラスタ群に含まれる第1 クラスタの各々を、前記第1 の点群データよりも過去に取得された第2 の点群データに基づいて生成された第2 のクラスタ群に含まれる第2 クラスタの各々に融合させることで、前記第2 のクラスタ群を更新する融合部として機能させる。

[0010] 本開示の一実施形態に係る情報処理装置、情報処理方法、及プログラムでは、センサにて取得された第1 の点群データに基づく第1 のクラスタ群の各クラスタを、第1 の点群データよりも過去に取得された第2 の点群データに基づく第2 のクラスタ群の各クラスタに融合させることで、第2 のクラスタ群を更新することができる。これにより、例えば、センサにて取得された点群データをクラスタリングにて情報圧縮したクラスタ群を用いて周囲の環境を表現することができると共に、時系列にクラスタ群を順次融合させることでクラスタ群を更新することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本開示の第1の実施形態に係る情報処理装置を備える移動体の機能構成の一例を示すブロック図である。

[図2]点群データ、及び点群データのクラスタリングについて説明する説明図である。

[図3]オブジェクト表面を構成する微小平面に対応するクラスタの形状を模式的に示す説明図である。

[図4]融合対象となるクラスタを判定する方法の一例を説明する説明図である。

。

[図5]融合対象となるクラスタを判定する方法の他の例を説明する説明図であ

る。

[図6]融合後のクラスタの法線方向及び厚みを推定する方法を説明する説明図である。

[図7]融合後の第2クラスタの法線方向及び厚み、並びに断面を示す説明図である。

[図8]クラスタ群更新部の動作の流れを示すフローチャート図である。

[図9]同実施形態の変形例に係る情報処理装置を備える移動体の機能構成の一例を示すブロック図である。

[図10]自己位置推定部による移動体の自己位置推定の流れを示すフローチャート図である。

[図11]第1のクラスタ群、及び第2のクラスタ群に基づく移動体の自己位置推定の第1例を説明する説明図である。

[図12]第1のクラスタ群、及び第2のクラスタ群に基づく移動体の自己位置推定の第2例を説明する説明図である。

[図13]第1のクラスタ群、及び第2のクラスタ群に基づく移動体の自己位置推定の第3例を説明する説明図である。

[図14]第1のクラスタ群、及び第2のクラスタ群に基づく移動体の自己位置推定の第4例を説明する説明図である。

[図15]本開示の第2の実施形態に係る情報処理装置を備える移動体の機能構成の一例を示すブロック図である。

[図16]同実施形態の変形例に係る情報処理装置を備える移動体の機能構成の一例を示すブロック図である。

[図17]本開示の一実施形態に係る情報処理装置のハードウェア構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本開示における実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。以下で説明する実施形態は本開示の一具体例であって、本開示にかかる技術が以下の態様に限定されるわけではない。また、本開示の各構成要素の配

置、寸法、及び寸法比等についても、各図に示す様態に限定されるわけではない。

[0013] なお、説明は以下の順序で行う。

1. 第1の実施形態

1. 1. 構成例

1. 2. 動作例

1. 3. 変形例

2. 第2の実施形態

2. 1. 構成例

2. 2. 変形例

3. ハードウェア構成例

[0014] <1. 第1の実施形態>

(1. 1. 構成例)

まず、図1を参照して、本開示の第1の実施形態に係る情報処理装置を備える移動体について説明する。図1は、本実施形態に係る情報処理装置10を備える移動体1の機能構成の一例を示すブロック図である。

[0015] 図1に示すように、移動体1は、センサ部20と、本実施形態に係る情報処理装置10と、駆動制御部31と、移動機構32とを備える。また、本実施形態に係る情報処理装置10は、平面推定部110と、クラスタ群更新部120と、オブジェクト認識部130と、自己位置推定部140と、行動計画部150と、座標系変換部160とを備える。

[0016] 移動体1は、例えば、移動機構32を備え、自律的に移動可能なロボット又はドローンなどである。移動体1に備えられた情報処理装置10は、例えば、センサ部20にて取得されたデータに基づいて環境地図を構築し、構築された環境地図に基づいて移動体1の移動経路を計画することができる。情報処理装置10にて計画された移動経路は、例えば、移動体1の移動機構32を制御する駆動制御部31に出力されることで、移動体1を計画した移動経路に沿って移動させることができる。

- [0017] 情報処理装置 10 は、移動体 1 の内部に備えられてもよいが、移動体 1 の外部に備えられてもよいことは言うまでもない。情報処理装置 10 が移動体 1 の内部に備えられる場合、情報処理装置 10 は、内部配線を介して移動体 1 の駆動制御部 31 に経路計画を出力することができる。また、情報処理装置 10 が移動体 1 の外部に備えられる場合、情報処理装置 10 は、無線通信等を介して移動体 1 の駆動制御部 31 に経路計画を送信することができる。
- [0018] センサ部 20 は、移動体 1 の周囲の環境をセンシングするセンサを含み、センシング結果を点の集合である点群データとして出力する。
- [0019] 例えば、センサ部 20 は、超音波センサ (Sound Navigation And Ranging: SONAR)、ToF (Time of Flight) センサ、RADAR (Radio Detecting And Ranging)、又は LiDAR (Light Detection And Ranging) センサなどの対象までの距離を測定する測距センサを含んでもよい。このような場合、センサ部 20 は、測距センサから取得された測定点までの距離及び方位に関する情報に基づいて測定点を三次元座標系における点に変換することで、点群データを生成することができる。
- [0020] または、センサ部 20 は、ステレオカメラ、単眼カメラ、カラーカメラ、赤外線カメラ、分光カメラ、又は偏光カメラなどの移動体 1 の周囲の環境の画像を取得する撮像装置を含んでもよい。このような場合、センサ部 20 は、撮像画像に基づいて撮像画像に含まれる画像点の深度を推定し、推定された深度に関する情報に基づいて画像点を三次元座標系における点に変換することで、点群データを生成することができる。
- [0021] なお、センサ部 20 は、移動体 1 の周囲の環境をセンシングすることができれば、移動体 1 の外部の他の装置又はオブジェクト等に備えられてもよい。例えば、センサ部 20 は、移動体 1 が存在する空間の天井、壁、又は床等に備えられてもよい。
- [0022] 平面推定部 110 は、センサ部 20 にて取得された点群データに含まれる

点群をクラスタリングすることでクラスタ群を生成する。生成されたクラスタ群は、移動体 1 の周囲に存在するオブジェクト表面を構成する微小平面群に対応する。

[0023] 図 2 及び図 3 を参照して、点群データのクラスタリング、及びクラスタ群に含まれるクラスタについてより具体的に説明する。図 2 は、点群データ、及び点群データのクラスタリングについて説明する説明図である。図 3 は、オブジェクト表面を構成する微小平面に対応するクラスタの形状を模式的に示す説明図である。

[0024] 例えば、平面推定部 110 は、図 2 に示すように、三次元座標系における点 P の集合である点群 P C をクラスタリングすることで、複数のクラスタ C L を含むクラスタ群を生成することができる。クラスタ C L の各々は、例えば、図 3 に示すように、クラスタ C L の中心座標及び確率分布形状に基づいた扁平楕円体にて表現され得る。具体的には、クラスタ C L は、クラスタ C L に含まれる点の座標の平均値を中心とし、クラスタ C L に含まれる点の座標の共分散を厚みとする扁平楕円体にて表現されてもよい。このような扁平楕円体のクラスタ C L は、扁平面に対する法線方向、及び扁平楕円体の法線方向の厚みを示すベクトル N L を形状の代表的なパラメータとすることができる。すなわち、平面推定部 110 は、扁平楕円体で表現されるクラスタを含むクラスタ群にて、移動体 1 の周囲に存在するオブジェクト表面を構成する微小平面群を表現することができる。

[0025] より具体的には、平面推定部 110 は、以下の手順に従って、点群データに含まれる点群を複数の部分点群に分割し、分割した部分点群の各々についてクラスタリングを行うことで、オブジェクト表面を構成する微小平面群に対応するクラスタ群を生成してもよい。

[0026] 具体的には、平面推定部 110 は、まず、所定の分割条件に基づいて、点群データに含まれる点群の分割を行うか否かを判定する。点群が所定の分割条件を満たす場合、平面推定部 110 は、点群を略半分に分け、2 つの部分点群を生成する。次に、平面推定部 110 は、生成された部分点群につい

て、上記の分割条件を満たさなくなるまで部分点群を繰り返し略半分に分割する。続いて、平面推定部 110 は、所定のクラスタリング条件に基づいて、上記の分割条件を満たさなくなるまで分割された部分点群の各々について、クラスタリングを行うか否かを判定する。その後、平面推定部 110 は、所定のクラスタリング条件を満たす部分点群の各々に対してクラスタリングを行うことで、オブジェクト表面を構成する微小平面群に対応するクラスタ群を生成することができる。

[0027] ここで、上記の所定の分割条件は、点群に含まれる点の数が所定の数以上であるという条件を含んでもよい。また、所定の分割条件は、三次元座標系にて点群の全ての点を内包する最小の直方体領域（バウンディングボックスとも称される）を設定した際に、直方体領域の最も長い辺の長さが所定の長さ以上であるという条件を含んでもよい。また、所定の分割条件は、点群における点の密度が所定の値以上であるという条件を含んでもよい。点群における点の密度は、例えば、点群に含まれる点の数を上記のバウンディングボックスの大きさで除算した値としてもよい。また、所定の分割条件は、点群の形状に関する条件を含んでもよい。さらに、所定の分割条件は、上述した条件を複数組み合わせた条件を含んでもよい。

[0028] また、所定のクラスタリング条件とは、点群に含まれる点の数が所定の数以上であるという条件を含んでもよい。また、所定のクラスタリング条件は、上記のバウンディングボックスの最も長い辺の長さが所定の長さ以上であるという条件を含んでもよい。また、所定のクラスタリング条件は、上記の点群における点の密度が所定の値以上であるという条件を含んでもよい。また、所定のクラスタリング条件は、点群の形状に関する条件を含んでもよい。さらに、所定のクラスタリング条件は、上述した条件を複数組み合わせた条件を含んでもよい。

[0029] なお、所定の分割条件、及び所定のクラスタリング条件は、点群の特性等に基づいてそれぞれ最適な条件が適宜設定され得る。

[0030] これによれば、平面推定部 110 は、所定の分割条件を満たさなくなるま

で分割した後の点群の各々に対してクラスタリングを行うため、クラスタリングの対象となる点群の各々の大きさを小さくすることができる。したがって、平面推定部 110 は、クラスタリングの処理時間をより短縮することができる。また、平面推定部 110 は、所定のクラスタリング条件を満たさず、不正確である可能性が高い点群をクラスタリングの対象から外すことができるため、クラスタリングの精度をより高めることができる。

[0031] 座標系変換部 160 は、平面推定部 110 にて生成されたクラスタ群の各クラスタの位置座標を環境地図に対する相対座標に変換する。具体的には、座標系変換部 160 は、後述する自己位置推定部 140 にて推定される移動体 1 の自己位置に基づいて、各クラスタの位置座標を環境地図に対する相対座標に変換する。例えば、移動体 1 に搭載されたセンサ部 20 は、移動体 1 の移動に伴って位置が変動する。そのため、座標系変換部 160 は、センサ部 20 が搭載された移動体 1 の自己位置に基づいて、センサ部 20 にて取得された点群データに基づく各クラスタの位置座標を環境地図に対する相対座標に変換する。これにより、情報処理装置 10 は、センサ部 20 の位置が変動する場合でも、センサ部 20 にて取得された点群データに基づくクラスタ群を同一座標上で扱うことが可能となる。

[0032] クラスタ群更新部 120 は、センサ部 20 にて随時取得される点群データを用いて、オブジェクト表面を構成する微小平面群に対応するクラスタ群の各クラスタの位置及び形状を更新する。具体的には、クラスタ群更新部 120 は、センサ部 20 にて取得された点群データ（第 1 の点群データと称する）をクラスタリングしたクラスタ群（第 1 のクラスタ群と称する）を、第 1 の点群データよりも過去に取得された点群データ（第 2 の点群データと称する）に基づいて生成されたクラスタ群（第 2 のクラスタ群）に融合させることで、第 2 のクラスタ群を更新してもよい。

[0033] すなわち、クラスタ群更新部 120 は、センサ部 20 にて取得された点群データをクラスタリングにて情報圧縮し、情報圧縮されたクラスタ群（第 1 のクラスタ群）を過去に生成されたクラスタ群（第 2 のクラスタ群）に時系

列で順次融合させることで、第2のクラスタ群の各クラスタの位置及び形状を更新することができる。

[0034] これによれば、クラスタ群更新部120は、点群データに含まれる点ではなく、クラスタ群に含まれるクラスタをデータの取り扱い単位とすることができるため、取り扱うデータ量、及びデータの演算量を低減することができる。したがって、情報処理装置10は、センサ部20にて取得された点群データをより高効率に環境地図に反映することができる。

[0035] より具体的には、クラスタ群更新部120は、判定部121、及び融合部122を含む。以下では、図4～図7を参照して、判定部121及び融合部122の機能について説明する。図4は、融合対象となるクラスタを判定する方法の一例を説明する説明図である。図5は、融合対象となるクラスタを判定する方法の他の例を説明する説明図である。図6は、融合対象となる第1クラスタ及び第2クラスタの法線方向及び厚みを推定する方法を説明する説明図である。図7は、第1クラスタ及び第2クラスタを融合した融合クラスタの法線方向及び厚み、並びに形状を示す説明図である。図4～図7では、図3で示すような扁平楕円体で表現されるクラスタの各々を扁平楕円体の縦断面（すなわち、クラスタの法線方向の断面図）である楕円形状にて表す。

[0036] 判定部121は、第1のクラスタ群に含まれるクラスタ（第1クラスタと称する）と、第2のクラスタ群に含まれるクラスタ（第2クラスタと称する）との融合対象となる組み合わせを判定する。

[0037] 図4に示すように、判定部121は、第1のクラスタ群に含まれる第1クラスタLCの位置及び形状と、第2のクラスタ群に含まれる第2クラスタHCの位置及び形状とに基づいて、融合対象となる第1クラスタLCと、第2クラスタHCとの組み合わせを判定してもよい。具体的には、判定部121は、第1クラスタLC及び第2クラスタHCの各々の扁平面に対する法線方向がなす角度 $n\theta$ と、第1クラスタLC及び第2クラスタHCの各々の法線方向の正規化された距離 nd （クラスタ厚みで正規化された距離）と、第1

クラスタLC及び第2クラスタHCの各々の扁平面方向の正規化された距離 $c d$ （クラスタ短径長さで正規化された距離）とに基づいて、融合対象となる第1クラスタLCと、第2クラスタHCとの組み合わせを判定してもよい。

[0038] 例えば、判定部121は、法線方向がなす角度 $n \theta$ 、法線方向の距離 $n d$ 、及び扁平面方向の距離 $c d$ が各々の閾値以下である第1クラスタLCと、第2クラスタHCとを融合対象のクラスタの組み合わせと判定してもよい。または、判定部121は、法線方向がなす角度 $n \theta$ 、法線方向の距離 $n d$ 、及び扁平面方向の距離 $c d$ が所定の関係式を満たす第1クラスタLCと、第2クラスタHCとを融合対象のクラスタの組み合わせと判定してもよい。

[0039] また、図5に示すように、判定部121は、第1のクラスタ群に含まれる第1クラスタLCと、第2のクラスタ群に含まれる第2クラスタHCとの正規化された距離に基づいて、融合対象となる第1クラスタLCと、第2クラスタHCとの組み合わせを判定してもよい。具体的には、判定部121は、共分散で正規化された距離に基づいて、融合対象となる第1クラスタLCと、第2クラスタHCとの組み合わせを判定してもよい。例えば、共分散で正規化された距離（マハラノビス距離（mahalanobis_distance））は、第1クラスタLCの中心点を μ_j 、第1クラスタLCの共分散を Σ_j とし、第2クラスタHCの中心点を μ_i 、第2クラスタHCの共分散を Σ_i とすると、以下の数式群1で示することができる。

[0040] [数1]

$$\Sigma_{ij} = \left(\sqrt{\Sigma_i} + \sqrt{\Sigma_j} \right)^2$$

$$\text{mahalanobis_distance} = \sqrt{(\mu_i - \mu_j) \Sigma_{ij}^{-1} (\mu_i - \mu_j)^T} \quad \cdots \text{数式群 1}$$

[0041] なお、判定部121は、融合対象となるクラスタの判定条件を満たすのであれば、複数の第1クラスタLCに対して1つの第2クラスタHCを融合対象のクラスタと判定してもよく、複数の第2クラスタHCに対して1つの第1クラスタLCを融合対象のクラスタと判定してもよい。

- [0042] また、第2クラスタHCは、融合対象と判定される第1クラスタLCがなくともよい。後述するが、所定期間以上、第1クラスタLCに対して融合対象と判定されなかった第2クラスタHCは、第1のクラスタ群との融合によって第2のクラスタ群を更新した際に破棄されてもよい。
- [0043] 逆に、第1クラスタLCは、融合対象と判定される第2クラスタHCがなくともよい。このような場合、第1クラスタLCは、第2クラスタHCと融合されずに第2のクラスタ群に追加されることになる。
- [0044] 融合部122は、第1クラスタLC及び第2クラスタHCの形状に基づいて、融合対象と判定された第1クラスタLC及び第2クラスタHCを融合する。
- [0045] 図6に示すように、融合部122は、まず、第1クラスタLCの扁平面に対する法線方向、及び法線方向の厚み（第1クラスタLCの法線方向及び厚みLNLとも称する）と、第2クラスタHCの扁平面に対する法線方向、及び法線方向の厚み（第2クラスタHCの法線方向及び厚みHNLとも称する）とを高精度に推定する。その後、融合部122は、高精度に推定された第1クラスタLCの法線方向及び厚みLNLと、第2クラスタHCの法線方向及び厚みHNLとを用いて、第1クラスタLC及び第2クラスタHCを融合する。
- [0046] 具体的には、融合部122は、カルマンフィルタを用いることで、第1クラスタLCの法線方向及び厚みLNLと、第2クラスタHCの法線方向及び厚みHNLとを高精度で推定することができる。
- [0047] 例えば、融合部122は、以下で示すクラスタ構成要素を用いて、カルマンフィルタの諸元を定義し、数式群2で示すカルマンフィルタ予測方程式、及び数式群3で示すカルマンフィルタ更新方程式に基づいて、第1クラスタLCの法線方向及び厚みLNLと、第2クラスタHCの法線方向及び厚みHNLとを推定してもよい。

x_t : 第2クラスタHCの法線ベクトル

$(\sigma_x)^2_t$: 第2クラスタHCの法線方向の厚み

z_t : 第1 クラスタLCの法線ベクトル

σ_z^2 : 第1 クラスタLCの法線方向の厚み

σ_w^2 : システム雑音 (ハイパーパラメータ)

[0048] [数2]

$$\hat{x}_t = x_{t-1}$$

$$(\widehat{\sigma_x})_t^2 = (\sigma_x)_{t-1}^2 + \sigma_w^2 \quad \cdots \text{数式群 2 (カルマンフィルタ予測方程式)}$$

[0049] [数3]

$$G = \frac{(\widehat{\sigma_x})_t^2}{(\widehat{\sigma_x})_t^2 + \sigma_z^2}$$

$$x_t = \hat{x}_t + G(z_t - \hat{x}_t)$$

$$(\sigma_x)_t^2 = (1 - G)(\widehat{\sigma_x})_t^2 \quad \cdots \text{数式群 3 (カルマンフィルタ更新方程式)}$$

[0050] その後、融合部122は、図7に示すように、推定された第1 クラスタLCの法線方向及び厚みLNLと、第2 クラスタHCの法線方向及び厚みHNLとに基づいて、融合後のクラスタUCの法線方向及び厚みUNLを導出する。これによれば、融合部122は、第1のクラスタ群に含まれる第1 クラスタLCと、第2のクラスタ群に含まれる第2 クラスタHCとを融合させた融合後のクラスタUCにて、第2のクラスタ群に含まれる第2 クラスタHCの位置及び形状を更新することができる。

[0051] 具体的には、融合部122は、クラスタ形状による単純融合処理にて第1 クラスタLCと、第2 クラスタHCとを融合してもよい。例えば、第1 クラスタLCの中心点を μ_j 、第1 クラスタLCの共分散を Σ_j とし、第2 クラスタHCの中心点を μ_i 、第2 クラスタHCの共分散を Σ_i とすると、融合後のクラスタUCの中心点 μ_{merged} 、及び共分散 Σ_{merged} は、以下の数式群4で表すことができる。

[0052]

[数4]

$$\begin{aligned}\mu_{merged} &= (\mu_i + \mu_j)/2 \\ \Sigma_{merged} &= (\Sigma_i + \Sigma_j)/2 \quad \cdots \text{数式群 4}\end{aligned}$$

[0053] また、融合部 1 2 2 は、クラスタ形状による融合クラスタ対を包含する融合処理にて第 1 クラスタ LC と、第 2 クラスタ HC とを融合してもよい。例えば、第 1 クラスタ LC の中心点を μ_j 、第 1 クラスタ LC の共分散を Σ_j とし、第 2 クラスタ HC の中心点を μ_i 、第 2 クラスタ HC の共分散を Σ_i とすると、融合後のクラスタ UC の中心点 μ_{merged} 、及び共分散 Σ_{merged} は、以下の数式群 5 で表すことができる。

[0054] [数5]

$$\begin{aligned}\mu_{merged} &= \|\Sigma_i\|_2 / (\|\Sigma_i\|_2 + \|\Sigma_j\|_2) \times \mu_i + \|\Sigma_j\|_2 / (\|\Sigma_i\|_2 + \|\Sigma_j\|_2) \times \mu_j \\ \Sigma_{merged} &= \Sigma_{ave} + coef \times mahalanobis_distance \times (\mu_{ij}^{*T} - \Sigma_{ave} - \mu_{ij}^*) \times MAT_{\mu_{ij}^*} \quad \cdots \text{数式群 5}\end{aligned}$$

数式群 5 において、

$\|\Sigma\|_2$: 共分散 Σ の L 2 ノルム

coef : 調整用係数

mahalanobis distance : 共分散で正規化した距離

$$\Sigma_{ave} = (\Sigma_i + \Sigma_j)/2$$

$$\mu_{ij}^* = (\mu_i - \mu_j) = \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix}$$

$$MAT_{\mu_{ij}^*} = \begin{pmatrix} a^2 & ab & ac \\ ab & b^2 & bc \\ ac & bc & c^2 \end{pmatrix}$$

である。

[0055] また、融合部 1 2 2 は、クラスタ重みを用いた融合処理にて第 1 クラスタ LC と、第 2 クラスタ HC とを融合してもよい。具体的には、融合部 1 2 2 は、第 1 のクラスタ群、及び第 2 のクラスタ群の生成に用いられた点群データにおける点群数をクラスタ重みとして、第 1 クラスタ LC と第 2 クラスタ HC とを融合してもよい。例えば、第 1 クラスタ LC の中心点を μ_j 、第 1 クラスタ LC の共分散を Σ_j とし、第 2 クラスタ HC の中心点を μ_i 、第 2 クラ

スタHCの共分散を Σ_i とすると、融合後のクラスタUCの中心点 μ_{merged} 、及び共分散 Σ_{merged} は、以下の数式群6で表すことができる。なお、 w_i は、第1クラスタLCを含む第1のクラスタ群の生成に用いられた点群データにおける点群数であり、 w_j は、第2クラスタHCを含む第2のクラスタ群の生成に用いられた点群データにおける点群数である。

[0056] [数6]

$$\begin{aligned}\mu_{merged} &= w_i / (w_i + w_j) \times \mu_i + w_j / (w_i + w_j) \times \mu_j \\ \Sigma_{merged} &= w_i / (w_i + w_j) \times \Sigma_i + w_j / (w_i + w_j) \times \Sigma_j\end{aligned} \quad \cdot \cdot \text{数式群 6}$$

[0057] さらに、融合部122は、クラスタ信頼度を用いた融合処理にて第1クラスタLCと、第2クラスタHCとを融合してもよい。具体的には、融合部122は、第1のクラスタ群、及び第2のクラスタ群の生成に用いられた点群データを取得した際のセンサ部20の信頼度をクラスタ重みとして、第1クラスタLCと、第2クラスタHCとを融合してもよい。例えば、第1クラスタLCの中心点を μ_j 、第1クラスタLCの共分散を Σ_j とし、第2クラスタHCの中心点を μ_i 、第2クラスタHCの共分散を Σ_i とすると、融合後のクラスタUCの中心点 μ_{merged} 、及び共分散 Σ_{merged} は、以下の数式群7で表すことができる。なお、 c_i は、第1クラスタLCを含む第1のクラスタ群の生成に用いられた点群データを取得した際の信頼度であり、 c_j は、第2クラスタHCを含む第2のクラスタ群の生成に用いられた点群データを取得した際の信頼度である。

[0058] [数7]

$$\begin{aligned}\mu_{merged} &= c_i / (c_i + c_j) \times \mu_i + c_j / (c_i + c_j) \times \mu_j \\ \Sigma_{merged} &= c_i / (c_i + c_j) \times \Sigma_i + c_j / (c_i + c_j) \times \Sigma_j\end{aligned} \quad \cdot \cdot \text{数式群 7}$$

[0059] ここで、融合部122は、第2のクラスタ群に含まれる第2クラスタHCのうち、第1クラスタLCとの融合対象とならなかった第2クラスタHCについては、所定期間までは第2のクラスタ群に保持し続けてもよい。その後、融合部122は、所定期間以上、第1クラスタLCの融合対象とならな

った第2クラスタHCについては、第2のクラスタ群の更新の際に破棄してもよい。また、融合部122は、第1のクラスタ群に含まれる第1クラスタLCのうち、第2クラスタHCとの融合対象とならなかった第1クラスタLCについては、そのまま第2のクラスタ群に加えてもよい。

[0060] オブジェクト認識部130は、クラスタ群更新部120にて更新されたクラスタ群に含まれる1又は複数のクラスタをグループ化することで、グループ化した1又は複数のクラスタに対応するオブジェクトを認識する。例えば、オブジェクト認識部130は、クラスタ群に含まれる各クラスタの形状、配置、又は相互の間隔等に基づいて、移動体1の周囲に存在するオブジェクトを認識してもよい。または、オブジェクト認識部130は、クラスタ群に含まれる各クラスタの形状及び配置と、センサ部20に含まれる撮像装置にて取得された撮像画像とを対応させることで、移動体1の周囲に存在するオブジェクトを認識してもよい。

[0061] さらに、オブジェクト認識部130は、認識したオブジェクトに基づいて、中心座標及び確率分布形状を用いてクラスタの各々を表現した環境地図を構築する。なお、オブジェクト認識部130は、二次元平面の環境地図を構築してもよく、三次元空間の環境地図を構築してもよい。オブジェクト認識部130は、扁平楕円体にて表現されるクラスタを用いて環境地図を構築することで、いわゆるグリッドマップを用いて環境地図を構築した場合と比較して、環境地図のデータ量を低減することができる。これによれば、オブジェクト認識部130は、より少ない演算資源であっても短時間で環境地図の構築を行うことができる。

[0062] 自己位置推定部140は、センサ部20にて取得された移動体1の周囲の環境に関する情報に基づいて、環境地図における移動体1の位置を推定する。さらに、自己位置推定部140は、推定された移動体1の位置を示す自己位置データを生成し、座標系変換部160及び行動計画部150に出力する。

[0063] または、自己位置推定部140は、移動体1の状態を測定するセンサのセ

ンシング結果に基づいて移動体 1 の位置を推定してもよい。例えば、自己位置推定部 140 は、移動体 1 の移動機構 32 に含まれる脚部の各関節に設けられたエンコーダのセンシング結果に基づいて移動体 1 の移動方向及び移動距離を算出することで、移動体 1 の位置を推定してもよい。例えば、自己位置推定部 140 は、移動体 1 の移動機構 32 に含まれる各車輪に設けられたエンコーダのセンシング結果に基づいて移動体 1 の移動方向及び移動距離を算出することで、移動体 1 の位置を推定してもよい。例えば、自己位置推定部 140 は、移動体 1 に備えられた 3 軸のジャイロセンサ及び 3 方向の加速度計を有する IMU (Inertial Measurement Unit) のセンシング結果に基づいて移動体 1 の移動方向及び移動距離を算出することで、移動体 1 の位置を推定してもよい。

[0064] さらに、自己位置推定部 140 は、GNSS (Global Navigation Satellite System) センサなどの他のセンサにて取得された情報に基づいて移動体 1 の位置を推定してもよい。

[0065] 行動計画部 150 は、センサ部 20 等から取得された情報に基づいて移動体 1 の周囲の状況を把握することで、移動体 1 の行動計画を作成する。具体的には、行動計画部 150 は、移動体 1 の周囲の環境地図、及び移動体 1 の自己位置データに基づいて、移動体 1 の目的地までの移動経路を計画してもよい。

[0066] 駆動制御部 31 は、移動機構 32 の駆動を制御することで、行動計画部 150 にて計画された移動経路に沿って移動体 1 を移動させる。例えば、駆動制御部 31 は、所定の時刻における行動計画部 150 にて計画された移動経路上の移動体 1 の位置と、実際の移動体 1 の位置との差が小さくなるように移動機構 32 を制御することで、移動経路に沿って移動体 1 を移動させてもよい。

[0067] 移動機構 32 は、例えば、移動体 1 を地上、水上、水中、又は空中で移動可能とする機構である。例えば、移動機構 32 は、二輪又は四輪の車輪などの地上を走行可能とする移動機構、二脚又は四脚の脚部などの地上を歩行可

能とする移動機構、プロペラ又は回転翼などの空中を飛行可能とする移動機構、又はスクリューなどの水上又は水中を移動可能とする移動機構などであってもよい。

[0068] 以上の構成によれば、本実施形態に係る情報処理装置 10 は、周囲の環境をセンシングした点群データをクラスタリングによって情報圧縮し、情報圧縮されたクラスタ群にて周囲の環境を表現することができる。これによれば、情報処理装置 10 は、扱うデータ量及び演算負荷を低減することができる。

[0069] また、本実施形態に係る情報処理装置 10 は、カルマンフィルタによってクラスタの法線方向及び厚みを推定することで、より高精度で推定された法線方向及び厚みを用いてクラスタを順次融合することができる。これによれば、情報処理装置 10 は、移動体 1 の周囲の環境がより高精度で表現された環境地図を作成することが可能である。

[0070] したがって、本実施形態に係る情報処理装置 10 は、周囲の環境の認識処理の処理時間を短縮することができるため、移動体 1 の応答速度を向上させることができる。また、情報処理装置 10 は、周囲の環境に対する認識精度を向上させることができるため、周囲の環境に存在するオブジェクトに対するマージンをより少なくした効率的な移動経路を計画することが可能となる。

[0071] (1. 2. 動作例)

次に、図 8 を参照して、本実施形態に係る情報処理装置 10 の動作の流れについて説明する。以下では、情報処理装置 10 が備える構成のうちクラスタ群更新部 120 に着目して動作の流れを説明する。図 8 は、クラスタ群更新部 120 の動作の一例を示すフローチャート図である。

[0072] 図 8 に示すように、まず、判定部 121 は、センサ部 20 にて取得された点群データをクラスタリングした第 1 のクラスタ群のデータを取得する (S101)。次に、判定部 121 は、融合対象となる第 1 のクラスタ群に含まれる第 1 クラスタの各々と、第 2 のクラスタ群に含まれる第 2 クラスタとを

探索及び判定する（S102）。

[0073] ここで、第2のクラスタ群は、第1のクラスタ群よりも過去に生成されたクラスタ群である。すなわち、第2のクラスタ群は、第1のクラスタ群の生成に用いられた第1の点群データよりも過去に取得された第2の点群データをクラスタリングすることで生成されたクラスタ群、又は該クラスタ群をさらに更新したクラスタ群である。

[0074] 具体的には、判定部121は、第1のクラスタ群に含まれる第1クラスタの各々について融合対象となる第2クラスタが存在するか否かを判定する（S103）。融合対象となる第2クラスタが存在する第1クラスタ（S103／Yes）は、後述する法線方向及び厚みの推定（S107）の後、クラスタの融合処理（S108）のステップにて融合対象の第2クラスタと融合される。

[0075] 一方、融合対象となる第2クラスタが存在しない第1クラスタ（S103／No）は、そのままクラスタ加算（S109）のステップにて第2のクラスタ群に加算される。

[0076] また、判定部121は、第2のクラスタ群に含まれる第2クラスタの各々について融合対象となる第1クラスタが存在するか否かを判定する（S104）。融合対象となる第1クラスタが存在する第2クラスタ（S104／Yes）は、法線方向及び厚みの推定（S107）の後、後段のクラスタの融合処理（S108）のステップにて融合対象の第1クラスタと融合される。

[0077] 一方、融合対象となる第1クラスタが存在しない第2クラスタ（S104／No）は、さらに、所定時間以上、融合対象外であるか否かが判断される（S105）。第2クラスタが所定期間以上、融合対象外である場合（S105／Yes）、該当する第2クラスタは破棄される（S106）。一方、第2クラスタが所定期間未満、融合対象外である場合、該当する第2クラスタは、破棄されず、そのままクラスタ加算（S109）のステップにて第2のクラスタ群に加算される。

[0078] その後、融合部122は、カルマンフィルタを用いて、融合対象である第

1 クラスタと、第2 クラスタとの法線方向及び厚みをそれぞれ推定する（S 1 0 7）。次に、融合部 1 2 2 は、推定した法線方向及び厚みに基づいて、第1 クラスタと、第2 クラスタとを融合する（S 1 0 8）。さらに、融合部 1 2 2 は、融合処理をバイパスした第1 クラスタ及び第2 クラスタを融合後の第2 クラスタに加算することで（S 1 0 9）、第2 のクラスタ群を更新する（S 1 1 0）。

[0079] その後、クラスタ群更新部 1 2 0 は、センサ部 2 0 にて新たに取得された点群データをクラスタリングした第1 のクラスタ群を新たに取得し（S 1 0 1）、第2 のクラスタ群の更新を繰り返し実行する。

[0080] 以上の動作によれば、本実施形態に係る情報処理装置 1 0 は、周囲の環境を表すクラスタ群を時系列で順次融合させることで、周囲の環境の認識精度を向上させることができる。

[0081] （1. 3. 変形例）

続いて、図9～図14を参照して、本実施形態の変形例に係る情報処理装置を備える移動体について説明する。図9は、本変形例に係る情報処理装置 1 0 A を備える移動体 1 A の機能構成の一例を示すブロック図である。

[0082] 図9に示すように、本変形例に係る情報処理装置 1 0 A では、自己位置推定部 1 4 0 A は、第1 のクラスタ群、及び第2 のクラスタ群をさらに用いることで、移動体 1 A の自己位置の推定をより高精度で行うことができる。具体的には、自己位置推定部 1 4 0 A は、図10で示すフローチャートに基づいて、移動体 1 A の自己位置を推定してもよい。図10は、自己位置推定部 1 4 0 A による移動体 1 A の自己位置の推定の流れを示すフローチャート図である。

[0083] 図10に示すように、まず、自己位置推定部 1 4 0 A は、環境地図の地図座標の基準を設定する（S 2 0 1）。具体的には、自己位置推定部 1 4 0 は、GNSSセンサにて取得された地球上の絶対座標にて移動体 1 A の初期位置を推定し、移動体 1 A の絶対座標を地図座標の基準としてもよい（地球中心座標系）。または、自己位置推定部 1 4 0 A は、移動体 1 A の初期位置を

ゼロ点として地図座標の基準としてもよい（相対座標系）。

[0084] 続いて、自己位置推定部140Aは、例えば、IMUなどのセンシング結果に基づいて、移動体1Aの自己位置及び姿勢を推定する（S202）。具体的には、自己位置推定部140Aは、移動体1Aの初期位置の位置及び姿勢を基準として、センサ部20にて点群データを取得するまでの期間のIMUのセンシング結果を用いて移動体1Aの自己位置及び姿勢を推定してもよい。または、自己位置推定部140Aは、1時刻前の時刻（時刻 $t-1$ ）の移動体1Aの位置及び姿勢を基準として、時刻 $t-1$ から時刻 t への変位分のIMUのセンシング結果を用いて移動体1Aの自己位置及び姿勢を推定してもよい。

[0085] さらに、自己位置推定部140Aは、移動体1の移動機構32に含まれるエンコーダ等から推定される移動体1Aの移動量を用いて移動体1Aの自己位置及び姿勢を推定してもよい。また、自己位置推定部140Aは、地磁気データ又はGNSSデータを用いて、自己位置推定の結果を補正してもよい。

[0086] 次に、自己位置推定部140Aは、S202にて推定された移動体1Aの位置及び姿勢（時刻 t ）を初期値として、クラスタ群を用いた移動体1Aの自己位置推定を行う（S203）。具体的には、自己位置推定部140Aは、時刻 t に取得された点群データに基づく第1のクラスタ群をソース、1時刻前に融合処理された第2のクラスタ群をターゲットとして、クラスタ群同士のマッチングを行うことで、移動体1Aの自己位置及び姿勢をより高精度で推定することができる。その後、自己位置推定部140Aは、高精度に推定された時刻 t における移動体1Aの自己位置及び姿勢を出力する（S204）。

[0087] なお、自己位置推定部140Aは、IMUを用いた自己位置推定のステップ（S202）をスキップしてクラスタ群を用いた自己位置推定のステップ（S203）のみを実行してもよい。このような場合、自己位置推定部140Aは、1時刻前の時刻（時刻 $t-1$ ）の移動体1Aの位置及び姿勢を、ク

ラスト群を用いた自己位置推定の初期値として用いてもよい。

[0088] 図 1 1 ～図 1 4 を参照して、自己位置推定部 1 4 0 A が行うクラスタ群同士のマッチング方法の第 1 例～第 4 例についてより具体的に説明する。

[0089] 図 1 1 は、第 1 のクラスタ群、及び第 2 のクラスタ群に基づく移動体 1 A の自己位置推定の第 1 例を説明する説明図である。自己位置推定部 1 4 0 A は、クラスタ群の Point To Plane ICP を用いてクラスタ群同士のマッチングを行うことで、移動体 1 A の自己位置及び姿勢を推定することができる。自己位置推定の第 1 例は、外界環境に存在するオブジェクト表面が平面主体で構成される場合に好適な方法である。

[0090] 図 1 1 に示すように、まず、自己位置推定部 1 4 0 A は、クラスタ群の諸元を下記のように定義する。

$p_1, p_2, \dots, p_n$: ソースクラスタ群の中心点

$q_1, q_2, \dots, q_n$: ターゲットクラスタ群の中心点

$n_1, n_2, \dots, n_n$: ターゲットクラスタ群の法線

[0091] ここで、自己位置推定部 1 4 0 A は、下記数式 8 で示される損失関数 E が最小化するような R 及び t を推定する。回転行列である R は、移動体 1 A の推定する姿勢に対応し、並進行列である t は、移動体 1 A の推定する位置に対応するため、自己位置推定部 1 4 0 A は、 R 及び t を推定することで、移動体 1 A の自己位置及び姿勢を推定することができる。

[0092] [数 8]

$$E = \operatorname{argmin} \sum_i \left[\left((Rp_i + t) - q_i \right) \cdot n_i \right]^2 \quad \cdots \text{数式 8}$$

[0093] 図 1 2 は、第 1 のクラスタ群、及び第 2 のクラスタ群に基づく移動体 1 A の自己位置推定の第 2 例を説明する説明図である。自己位置推定部 1 4 0 A は、クラスタ群の Symmetric ICP を用いてクラスタ群同士のマッチングを行うことで、移動体 1 A の自己位置及び姿勢を推定することができる。自己位置推定の第 2 例は、外界環境に存在するオブジェクト表面が曲

面主体の場合に好適な方法である。

[0094] 図 1 2 に示すように、まず、自己位置推定部 1 4 0 A は、クラスタ群の諸元を下記のように定義する。

$p_1, p_2, \dots, p_n$: ソースクラスタ群の中心点

$n_1^p, n_2^p, \dots, n_n^p$: ソースクラスタ群の法線

$q_1, q_2, \dots, q_n$: ターゲットクラスタ群の中心点

$n_1^q, n_2^q, \dots, n_n^q$: ターゲットクラスタ群の法線

[0095] ここで、自己位置推定部 1 4 0 A は、下記数式 9 で示される損失関数 E が最小化するような R 及び t を推定する。回転行列である R は、移動体 1 A の推定する姿勢に対応し、並進行列である t は、移動体 1 A の推定する位置に対応するため、自己位置推定部 1 4 0 A は、 R 及び t を推定することで、移動体 1 A の自己位置及び姿勢を推定することができる。

[0096] [数9]

$$E = \operatorname{argmin} \sum_i [((Rp_i + t) - q_i) \cdot (n_i^p + n_i^q)]^2 \quad \cdots \text{数式 9}$$

[0097] 図 1 3 は、第 1 のクラスタ群、及び第 2 のクラスタ群に基づく移動体 1 A の自己位置推定の第 3 例を説明する説明図である。自己位置推定部 1 4 0 A は、クラスタ群の共分散を加味した $\text{Point To Plane ICP}$ を用いてクラスタ群同士のマッチングを行うことで、移動体 1 A の自己位置及び姿勢を推定することができる。自己位置推定の第 3 例は、外界環境に存在するオブジェクト表面が平面主体かつ共分散が大きい場合に好適な方法である。

[0098] 図 1 3 に示すように、まず、自己位置推定部 1 4 0 A は、クラスタ群の諸元を下記のように定義する。

$p_1, p_2, \dots, p_n$: ソースクラスタ群の中心点

$q_1, q_2, \dots, q_n$: ターゲットクラスタ群の中心点

$n_1, n_2, \dots, n_n$: ターゲットクラスタ群の法線

$C_1, C_2, \dots, C_n$: ターゲットクラスタ群の共分散

[0099] ここで、自己位置推定部 140A は、下記数式 10 で示される損失関数 E が最小化するような R 及び t を推定する。回転行列である R は、移動体 1A の推定する姿勢に対応し、並進行列である t は、移動体 1A の推定する位置に対応するため、自己位置推定部 140A は、 R 及び t を推定することで、移動体 1A の自己位置及び姿勢を推定することができる。

[0100] [数10]

$$E = \operatorname{argmin} \sum_i [(Rp_i + t) - q_i] \cdot n_i]^2 / C_i \quad \cdot \cdot \text{数式 10}$$

[0101] 図 14 は、第 1 のクラスタ群、及び第 2 のクラスタ群に基づく移動体 1A の自己位置推定の第 4 例を説明する説明図である。自己位置推定部 140A は、クラスタ群の共分散を加味した Symmetric ICP を用いてクラスタ群同士のマッチングを行うことで、移動体 1A の自己位置及び姿勢を推定することができる。自己位置推定の第 4 例は、外界環境に存在するオブジェクト表面が曲面主体かつ共分散が大きい場合に好適な方法である。

[0102] 図 14 に示すように、まず、自己位置推定部 140A は、クラスタ群の諸元を下記のように定義する。

$p_1, p_2, \dots, p_n$: ソースクラスタ群の中心点

$n_1^p, n_2^p, \dots, n_n^p$: ソースクラスタ群の法線

$C_1^p, C_2^p, \dots, C_n^p$: ソースクラスタ群の共分散

$q_1, q_2, \dots, q_n$: ターゲットクラスタ群の中心点

$n_1^q, n_2^q, \dots, n_n^q$: ターゲットクラスタ群の法線

$C_1^q, C_2^q, \dots, C_n^q$: ターゲットクラスタ群の共分散

[0103] ここで、自己位置推定部 140A は、下記数式 11 で示される損失関数 E が最小化するような R 及び t を推定する。回転行列である R は、移動体 1A の推定する姿勢に対応し、並進行列である t は、移動体 1A の推定する位置に対応するため、自己位置推定部 140A は、 R 及び t を推定することで、

移動体 1 A の自己位置及び姿勢を推定することができる。

[0104] [数11]

$$E = \operatorname{argmin} \sum_i \left[\left((Rp_i + t) - q_i \right) \cdot (n_i^p + n_i^q) \right]^2 / (RC_i^p R^T + C_i^q) \quad \cdots \text{数式 11}$$

[0105] 上記のクラスタ群同士のマッチング方法は、互いに組み合わせて行うことも可能である。また、自己位置推定部 140 A は、Bundle Adjustment の手法を用いて、S202 及び S203 のステップで実行される自己位置推定を一括して行うことで、移動体 1 A の自己位置及び姿勢を推定してもよい。

[0106] <2. 第2の実施形態>

(2. 1. 構成例)

次に、図15を参照して、本開示の第2の実施形態に係る情報処理装置を備える移動体について説明する。図15は、本実施形態に係る情報処理装置 11 を備える移動体 2 の機能構成の一例を示すブロック図である。

[0107] 図15に示すように、移動体 2 は、複数のセンサ 21、22 を含むセンサ部 20 と、本実施形態に係る情報処理装置 11 と、駆動制御部 31 と、移動機構 32 とを備える。情報処理装置 11 は、複数の平面推定部 111、112 と、複数の座標系変換部 161、162 と、クラスタ群更新部 120 A と、オブジェクト認識部 130 と、自己位置推定部 140 と、行動計画部 150 とを備える。

[0108] なお、オブジェクト認識部 130、自己位置推定部 140、行動計画部 150、駆動制御部 31、及び移動機構 32 については、第1の実施形態にて説明した各構成と実質的に同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0109] 本実施形態に係る情報処理装置 11 を備える移動体 2 は、移動体 2 の周囲の環境をセンシングする複数のセンサ 21、22 を含むセンサ部 20 を備える。センサ部 20 は、同種又は異種のセンサである複数のセンサ 21、22 を含み、移動体 2 の周囲の環境のセンシング結果を点群データとして出力す

る。具体的には、複数のセンサ 2 1、2 2 は、超音波センサ、T o F センサ、R A D A R、又は L i D A R センサなどの測距センサであってもよく、ステレオカメラ、単眼カメラ、カラーカメラ、赤外線カメラ、分光カメラ、又は偏光カメラなどの撮像装置であってもよい。例えば、複数のセンサ 2 1、2 2 は、ステレオカメラ 1 系統、及び T o F センサ 1 系統の組み合わせであってもよい。

[0110] 複数のセンサ 2 1、2 2 にて取得された点群データは、平面推定部 1 1 1、1 1 2 にてそれぞれ個別にクラスタリングされた後、座標系変換部 1 6 1、1 6 2 にて同一の座標系に変換される。すなわち、センサ 2 1 にて取得された点群データは、平面推定部 1 1 1 にてクラスタリングされることでクラスタ群に変換され、座標系変換部 1 6 1 にて座標系を環境地図の座標系に変換される。また、センサ 2 2 にて取得された点群データは、平面推定部 1 1 2 にてクラスタリングされることでクラスタ群に変換され、座標系変換部 1 6 2 にて座標系を環境地図の座標系に変換される。

[0111] 具体的には、座標系変換部 1 6 1、1 6 2 は、移動体 2 の移動に伴って変動するセンサ 2 1、2 2 の位置を補正するために、移動体 2 の自己位置に基づいて、クラスタ群に含まれる各クラスタの位置座標を環境地図に対する相対座標に変換する。また、座標系変換部 1 6 1、1 6 2 は、取り付け位置が異なるセンサ 2 1、2 2 の基準位置の差を補正するために、センサ 2 1、2 2 の各々で取得された点群データに基づくクラスタ群の座標系を同一の座標系に変換する。

[0112] 座標系変換部 1 6 1、1 6 2 によれば、異種のセンサであるセンサ 2 1、2 2 にて取得された点群データであっても同一の座標系に変換することができる。したがって、クラスタ群更新部 1 2 0 A は、センサ部 2 0 に含まれるセンサの種類に関係なく、センサ部 2 0 から出力された点群データをクラスタリングしたクラスタ群を時系列に順次融合させることが可能になる。

[0113] クラスタ群更新部 1 2 0 A は、第 1 の実施形態にて説明したクラスタ群更新部 1 2 0 に対して、シーケンシング部 1 2 3 をさらに備える点が異なる。

[0114] シーケンシング部 1 2 3 は、センサ 2 1、2 2 の各々にて取得された点群データをクラスタリングした第 1 のクラスタ群を時系列に並び替える。具体的には、シーケンシング部 1 2 3 は、センサ 2 1、2 2 のいずれにて取得されたかに関係なく、第 1 のクラスタ群の基となる点群データが取得された時刻に基づいて、第 1 のクラスタ群を時系列に並び替える。これによれば、シーケンシング部 1 2 3 の後段の判定部 1 2 1 及び融合部 1 2 2 は、移動体 2 の周囲の環境の時間変化を反映した第 1 のクラスタ群を時系列で第 2 のクラスタ群に融合させることが可能となる。

[0115] 本実施形態にかかる情報処理装置 1 1 では、複数のセンサ 2 1、2 2 にて取得された点群データをクラスタリングした第 1 のクラスタ群のデータがそれぞれ別個にクラスタ群更新部 1 2 0 A に入力される。そのため、情報処理装置 1 1 では、複数のセンサ 2 1、2 2 に亘って第 1 のクラスタ群を時系列に並び替えるシーケンシング部 1 2 3 が設けられる。これによれば、シーケンシング部 1 2 3 の後段の判定部 1 2 1 及び融合部 1 2 2 は、シーケンシング部 1 2 3 が並び替えた順に、第 1 の実施形態にて説明したように第 1 のクラスタ群を第 2 のクラスタ群に融合させることで、第 2 のクラスタ群の更新を行うことができる。

[0116] 判定部 1 2 1 及び融合部 1 2 2 については、第 1 の実施形態にて説明した各構成と実質的に同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0117] 本実施形態にかかる情報処理装置 1 1 は、複数のセンサ 2 1、2 2 にて取得された点群データをすべて移動体 2 の周囲の環境を表す環境地図に反映することができるため、より高精度の環境地図を構築することが可能である。

[0118] なお、図 1 5 では、センサ部 2 0 がセンサ 2 1、2 2 を 2 系統含む例を示したが、本実施形態に係る技術は上記例示に限定されない。センサ部 2 0 に含まれるセンサの数は、2 以上であれば上限は特に規定されない。

[0119] (2. 2. 変形例)

次に、図 1 6 を参照して、本実施形態の変形例に係る情報処理装置を備える移動体について説明する。図 1 6 は、本変形例に係る情報処理装置 1 1 A

を備える移動体 2 A の機能構成の一例を示すブロック図である。

[0120] 図 1 6 に示すように、変形例に係る情報処理装置 1 1 A では、第 1 の実施形態の変形例に係る情報処理装置 1 0 A と同様に、自己位置推定部 1 4 0 A は、第 1 のクラスタ群、及び第 2 のクラスタ群をさらに用いることで、移動体 2 A の自己位置の推定をより高精度で行うことができる。自己位置推定部 1 4 0 A の具体的な動作については、第 1 の実施形態の変形例と実質的に同様であるため、ここでの詳細な説明は省略する。

[0121] <3. ハードウェア構成例>

さらに、図 1 7 を参照して、本開示の一実施形態に係る情報処理装置 1 0、1 0 A、1 1、1 1 A のハードウェア構成について説明する。図 1 7 は、本実施形態に係る情報処理装置 1 0、1 0 A、1 1、1 1 A のハードウェア構成例を示すブロック図である。

[0122] 本実施形態に係る情報処理装置 1 0、1 0 A、1 1、1 1 A の機能は、ソフトウェアと、以下で説明するハードウェアとの協働によって実現される。例えば、上述した平面推定部 1 1 0、1 1 1、1 1 2、座標系変換部 1 6 0、1 6 1、1 6 2、クラスタ群更新部 1 2 0、1 2 0 A、オブジェクト認識部 1 3 0、自己位置推定部 1 4 0、1 4 0 A、及び行動計画部 1 5 0 の機能は、CPU 9 0 1 により実行されてもよい。

[0123] 図 1 7 に示すように、情報処理装置 1 0、1 0 A、1 1、1 1 A は、CPU (Central Processing Unit) 9 0 1、ROM (Read Only Memory) 9 0 3、及び RAM (Random Access Memory) 9 0 5 を含む。

[0124] また、情報処理装置 1 0、1 0 A、1 1、1 1 A は、ホストバス 9 0 7、ブリッジ 9 0 9、外部バス 9 1 1、インターフェース 9 1 3、入力装置 9 1 5、出力装置 9 1 7、ストレージ装置 9 1 9、ドライブ 9 2 1、接続ポート 9 2 3、及び通信装置 9 2 5 をさらに含んでもよい。さらに、情報処理装置 1 0、1 0 A、1 1、1 1 A は、CPU 9 0 1 に替えて、又は CPU 9 0 1 と共に、DSP (Digital Signal Processor)、

又はASIC (Application Specific Integrated Circuit) などの他の処理回路を有してもよい。

[0125] CPU 901は、演算処理装置又は制御装置として機能し、ROM 903、RAM 905、ストレージ装置 919、又はリムーバブル記録媒体 927に記録された各種プログラムに従って、情報処理装置 10、10A、11、11Aの動作全般を制御する。ROM 903は、CPU 901が使用するプログラム、及び演算パラメータなどを記憶する。RAM 905は、CPU 901の実行において使用するプログラム、及びその実行の際に使用するパラメータなどを一時的に記憶する。

[0126] CPU 901、ROM 903、及びRAM 905は、CPUバスなどの内部バスにて構成されるホストバス 907により相互に接続される。さらに、ホストバス 907は、ブリッジ 909を介して、PCI (Peripheral Component Interconnect / Interface) バスなどの外部バス 911に接続される。

[0127] 入力装置 915は、例えば、マウス、キーボード、タッチパネル、ボタン、スイッチ、又はレバーなどのユーザからの入力を受け付ける装置である。入力装置 915は、ユーザの音声を検出するマイクロフォンなどであってもよい。また、入力装置 915は、例えば、赤外線、又はその他の電波を利用したリモートコントロール装置であってもよく、情報処理装置 10の操作に対応した外部接続機器 929であってもよい。

[0128] 入力装置 915は、ユーザが入力した情報に基づいて生成した入力信号をCPU 901に出力する入力制御回路をさらに含む。ユーザは、入力装置 915を操作することによって、情報処理装置 10、10A、11、11Aに対して各種データの入力、又は処理動作の指示を行うことができる。

[0129] 出力装置 917は、情報処理装置 10、10A、11、11Aにて取得又は生成された情報をユーザに対して視覚的又は聴覚的に提示することが可能な装置である。出力装置 917は、例えば、LCD (Liquid Crystal Display)、PDP (Plasma Display P

anel)、OLED (Organic Light Emitting Diode) ディスプレイ、ホログラム、又はプロジェクタなどの表示装置であってもよい。また、出力装置 917 は、スピーカ又はヘッドホンなどの音出力装置であってもよく、プリンタ装置などの印刷装置であってもよい。出力装置 917 は、情報処理装置 10、10A、11、11A の処理により得られた情報をテキスト若しくは画像などの映像、又は音声若しくは音響などの音として出力してもよい。

[0130] ストレージ装置 919 は、情報処理装置 10、10A、11、11A の記憶部の一例として構成されたデータ格納装置である。ストレージ装置 919 は、例えば、HDD (Hard Disk Drive) などの磁気記憶デバイス、半導体記憶デバイス、光記憶デバイス、又は光磁気記憶デバイスなどにより構成されてもよい。ストレージ装置 919 は、CPU 901 が実行するプログラム、各種データ、又は外部から取得した各種データなどを格納することができる。

[0131] ドライブ 921 は、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、又は半導体メモリなどのリムーバブル記録媒体 927 の読み取り又は書き込み装置であり、情報処理装置 10、10A、11、11A に内蔵又は外付けされる。例えば、ドライブ 921 は、装着されているリムーバブル記録媒体 927 に記録されている情報を読み出して RAM 905 に出力することができる。また、ドライブ 921 は、装着されているリムーバブル記録媒体 927 に記録を書き込むことができる。

[0132] 接続ポート 923 は、外部接続機器 929 を情報処理装置 10、10A、11、11A に直接接続するためのポートである。接続ポート 923 は、例えば、USB (Universal Serial Bus) ポート、IEEE 1394 ポート、又は SCSI (Small Computer System Interface) ポートなどであってもよい。また、接続ポート 923 は、RS-232C ポート、光オーディオ端子、又は HDMI (登録商標) (High-Definition Multimedia I

interface) ポートなどであってもよい。接続ポート 923 は、外部接続機器 929 と接続されることで、情報処理装置 10、10A、11、11A と外部接続機器 929 との間で各種データの送受信を行うことができる。

[0133] 通信装置 925 は、例えば、通信ネットワーク 931 に接続するための通信デバイスなどで構成された通信インターフェースである。通信装置 925 は、例えば、有線又は無線 LAN (Local Area Network)、Bluetooth (登録商標)、又は WUSB (Wireless USB) 用の通信カードなどであってもよい。また、通信装置 925 は、光通信用のルータ、ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) 用のルータ、又は各種通信用のモデムなどであってもよい。

[0134] 通信装置 925 は、例えば、インターネット、又は他の通信機器との間で、TCP/IP などの所定のプロトコルを用いて信号などを送受信することができる。通信装置 925 に接続される通信ネットワーク 931 は、有線又は無線によって接続されたネットワークであり、例えば、インターネット通信網、家庭内 LAN、赤外線通信網、ラジオ波通信網、又は衛星通信網などであってもよい。

[0135] なお、コンピュータに内蔵される CPU 901、ROM 903、及び RAM 905 などのハードウェアに上記の情報処理装置 10、10A、11、11A と同等の機能を発揮させるためのプログラムも作成可能である。また、該プログラムを記録したコンピュータに読み取り可能な記録媒体も提供可能である。

[0136] 以上、第 1 及び第 2 の実施形態、並びに変形例を挙げて、本開示にかかる技術を説明した。ただし、本開示にかかる技術は、上記実施の形態等に限定されるわけではなく、種々の変形が可能である。例えば、本開示に係る技術は、三次元空間の環境地図における経路計画だけでなく、二次元平面の環境地図における経路計画にも適用することが可能である。

[0137] さらに、各実施形態で説明した構成および動作の全てが本開示の構成および動作として必須であるとは限らない。たとえば、各実施形態における構成要素のうち、本開示の最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素は、任意の構成要素として理解されるべきである。すなわち、本開示の第1及び第2の実施形態に係る情報処理装置は、融合部を少なくとも備えていればよい。

[0138] 本明細書および添付の特許請求の範囲全体で使用される用語は、「限定的でない」用語と解釈されるべきである。例えば、「含む」又は「含まれる」という用語は、「含まれるとして記載された状態に限定されない」と解釈されるべきである。「有する」という用語は、「有するとして記載された状態に限定されない」と解釈されるべきである。

[0139] 本明細書で使用した用語には、単に説明の便宜のために用いており、構成及び動作を限定する目的で使用したわけではない用語が含まれる。たとえば、「右」、「左」、「上」、「下」などの用語は、参照している図面上での方向を示しているにすぎない。また、「内側」、「外側」という用語は、それぞれ、注目要素の中心に向かう方向、注目要素の中心から離れる方向を示しているにすぎない。これらに類似する用語や同様の趣旨の用語についても同様である。

[0140] なお、本開示にかかる技術は、以下のような構成を取ることも可能である。以下の構成を備える本開示にかかる技術によれば、例えば、センサにて取得された点群データをクラスタリングしたクラスタ群を過去に生成されたクラスタ群に時系列に順次融合させることで、周囲の環境に存在するオブジェクト表面の微小平面群に対応するクラスタ群を順次更新することができる。よって、本開示にかかる技術は、周囲の環境を表現した環境地図をより高効率で更新していくことが可能である。本開示にかかる技術が奏する効果は、ここに記載された効果に必ずしも限定されるわけではなく、本開示中に記載されたいずれの効果であってもよい。

(1)

センサにて取得された第 1 の点群データをクラスタリングした第 1 のクラスタ群に含まれる第 1 クラスタの各々を、前記第 1 の点群データよりも過去に取得された第 2 の点群データに基づいて生成された第 2 のクラスタ群に含まれる第 2 クラスタの各々に融合させることで、前記第 2 のクラスタ群を更新する融合部を備える、

情報処理装置。

(2)

前記融合部は、前記第 1 クラスタ及び前記第 2 クラスタの形状、前記第 1 クラスタ及び前記第 2 クラスタの生成に用いられた点群データの点群数に基づく重み、又は前記第 1 の点群データ及び前記第 2 の点群データを取得した際の前記センサの信頼度の少なくとも 1 以上に基づいて、前記第 1 クラスタの各々を前記第 2 クラスタの各々に融合させる、上記 (1) に記載の情報処理装置。

(3)

前記第 1 クラスタ及び前記第 2 クラスタの形状は、扁平楕円体であり、

前記融合部は、前記扁平楕円体の扁平面に対する法線方向、及び前記扁平楕円体の前記法線方向の厚みに基づいて、前記第 1 クラスタの各々を前記第 2 クラスタの各々に融合させる、上記 (2) に記載の情報処理装置。

(4)

前記融合部は、融合対象の前記第 1 クラスタ及び前記第 2 クラスタの形状をカルマンフィルタに基づいて推定する、上記 (3) に記載の情報処理装置。

(5)

前記第 1 クラスタの各々に対して、融合対象となる前記第 2 クラスタの各々を判定する判定部をさらに備える、上記 (1) ～ (4) のいずれか一項に記載の情報処理装置。

(6)

前記第 1 クラスタ及び前記第 2 クラスタの形状は、扁平楕円体であり、

前記判定部は、前記扁平楕円体の扁平面に対する法線方向の距離及び角度、並びに前記扁平楕円体の前記扁平面方向の距離に基づいて、前記第 1 クラスの各々に対して融合対象となる前記第 2 クラスの各々を判定する、上記（５）に記載の情報処理装置。

（７）

前記第 1 の点群データは、複数のセンサにて取得され、

前記融合部は、前記複数のセンサにて取得された前記第 1 の点群データをそれぞれクラスタリングした複数の前記第 1 のクラスタ群を時系列にて前記第 2 のクラスタ群に順次融合させる、上記（１）～（６）のいずれか一項に記載の情報処理装置。

（８）

前記複数のセンサは、同種又は異種のセンサを含む、上記（７）に記載の情報処理装置。

（９）

複数の前記第 1 のクラスタ群は、同一座標系に座標変換される、上記（７）又は（８）に記載の情報処理装置。

（１０）

前記センサは、環境地図に基づいて行動計画が作成される移動体に搭載され、

前記第 1 のクラスタ群に含まれる前記第 1 クラスタの位置座標を前記環境地図に対する相対座標に変換する座標系変換部をさらに備える、上記（１）～（９）のいずれか一項に記載の情報処理装置。

（１１）

前記移動体の自己位置を推定する自己位置推定部をさらに備え、

前記座標変換部は、前記移動体の推定された前記自己位置に基づいて、前記第 1 クラスタの位置座標を前記環境地図に対する前記相対座標に変換する、上記（１０）に記載の情報処理装置。

（１２）

前記自己位置推定部は、前記第 1 クラスタ及び前記第 2 クラスタに基づいて、前記移動体の前記自己位置を推定する、上記（ 1 1 ）に記載の情報処理装置。

（ 1 3 ）

前記融合部は、前記第 2 のクラスタ群に含まれる前記第 2 クラスタのうち、所定期間以上、前記第 1 クラスタが融合されなかった前記第 2 クラスタを破棄して前記第 2 のクラスタ群を更新する、上記（ 1 ）～（ 1 2 ）のいずれか一項に記載の情報処理装置。

（ 1 4 ）

前記第 1 の点群データ及び前記第 2 の点群データは、三次元空間を表現するデータである、上記（ 1 ）～（ 1 3 ）のいずれか一項に記載の情報処理装置。

（ 1 5 ）

前記第 1 のクラスタ群は、前記第 1 の点群データに含まれる点群を所定の分割条件を満たさなくなるまで分割した部分点群をクラスタリングすることで生成される、上記（ 1 ）～（ 1 4 ）のいずれか一項に記載の情報処理装置。

（ 1 6 ）

前記所定の分割条件は、前記点群に含まれる点の数に関する条件、前記点群を囲む領域のサイズに関する条件、前記点群に含まれる点の密度に関する条件、又は前記点群の形状に関する条件の少なくともいずれか 1 つ以上を含む、上記（ 1 5 ）に記載の情報処理装置。

（ 1 7 ）

前記第 1 のクラスタ群は、所定のクラスタリング条件を満たす前記部分点群のみをクラスタリングすることで生成される、上記（ 1 5 ）又は（ 1 6 ）に記載の情報処理装置。

（ 1 8 ）

前記所定のクラスタリング条件は、前記点群に含まれる点の数に関する条

件、前記点群を囲む領域のサイズに関する条件、前記点群に含まれる点の密度に関する条件、又は前記点群の形状に関する条件の少なくともいずれか1つ以上を含む、上記（17）に記載の情報処理装置。

（19）

演算処理装置を用いて、

センサにて取得された第1の点群データをクラスタリングした第1のクラスタ群に含まれる第1クラスタの各々を、前記第1の点群データよりも過去に取得された第2の点群データに基づいて生成された第2のクラスタ群に含まれる第2クラスタの各々に融合させることで、前記第2のクラスタ群を更新することを含む、

情報処理方法。

（20）

コンピュータを、

センサにて取得された第1の点群データをクラスタリングした第1のクラスタ群に含まれる第1クラスタの各々を、前記第1の点群データよりも過去に取得された第2の点群データに基づいて生成された第2のクラスタ群に含まれる第2クラスタの各々に融合させることで、前記第2のクラスタ群を更新する融合部として機能させる、

プログラム。

[0141] 本出願は、日本国特許庁において2020年7月8日出願された日本特許出願番号2020-118065号を基礎として優先権を主張するものであり、この出願の全ての内容を参照によって本出願に援用する。

[0142] 当業者であれば、設計上の要件や他の要因に応じて、種々の修正、コンビネーション、サブコンビネーション、および変更を想到し得るが、それらは添付の請求の範囲やその均等物の範囲に含まれるものであることが理解される。

請求の範囲

- [請求項1] センサにて取得された第1の点群データをクラスタリングした第1のクラスタ群に含まれる第1クラスタの各々を、前記第1の点群データよりも過去に取得された第2の点群データに基づいて生成された第2のクラスタ群に含まれる第2クラスタの各々に融合させることで、前記第2のクラスタ群を更新する融合部を備える、
情報処理装置。
- [請求項2] 前記融合部は、前記第1クラスタ及び前記第2クラスタの形状、前記第1クラスタ及び前記第2クラスタの生成に用いられた点群データの点群数に基づく重み、又は前記第1の点群データ及び前記第2の点群データを取得した際の前記センサの信頼度の少なくとも1以上に基づいて、前記第1クラスタの各々を前記第2クラスタの各々に融合させる、請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項3] 前記第1クラスタ及び前記第2クラスタの形状は、扁平楕円体であり、
前記融合部は、前記扁平楕円体の扁平面に対する法線方向、及び前記扁平楕円体の前記法線方向の厚みに基づいて、前記第1クラスタの各々を前記第2クラスタの各々に融合させる、請求項2に記載の情報処理装置。
- [請求項4] 前記融合部は、融合対象の前記第1クラスタ及び前記第2クラスタの形状をカルマンフィルタに基づいて推定する、請求項3に記載の情報処理装置。
- [請求項5] 前記第1クラスタの各々に対して、融合対象となる前記第2クラスタの各々を判定する判定部をさらに備える、請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項6] 前記第1クラスタ及び前記第2クラスタの形状は、扁平楕円体であり、
前記判定部は、前記扁平楕円体の扁平面に対する法線方向の距離及

び角度、並びに前記扁平楕円体の前記扁平方向の距離に基づいて、前記第 1 クラスターの各々に対して融合対象となる前記第 2 クラスターの各々を判定する、請求項 5 に記載の情報処理装置。

[請求項7] 前記第 1 の点群データは、複数のセンサにて取得され、
前記融合部は、前記複数のセンサにて取得された前記第 1 の点群データをそれぞれクラスタリングした複数の前記第 1 のクラスター群を時系列にて前記第 2 のクラスター群に順次融合させる、請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項8] 前記複数のセンサは、同種又は異種のセンサを含む、請求項 7 に記載の情報処理装置。

[請求項9] 複数の前記第 1 のクラスター群は、同一座標系に座標変換される、請求項 7 に記載の情報処理装置。

[請求項10] 前記センサは、環境地図に基づいて行動計画が作成される移動体に搭載され、
前記第 1 のクラスター群に含まれる前記第 1 クラスターの位置座標を前記環境地図に対する相対座標に変換する座標系変換部をさらに備える、請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項11] 前記移動体の自己位置を推定する自己位置推定部をさらに備え、
前記座標変換部は、前記移動体の推定された前記自己位置に基づいて、前記第 1 クラスターの位置座標を前記環境地図に対する前記相対座標に変換する、請求項 10 に記載の情報処理装置。

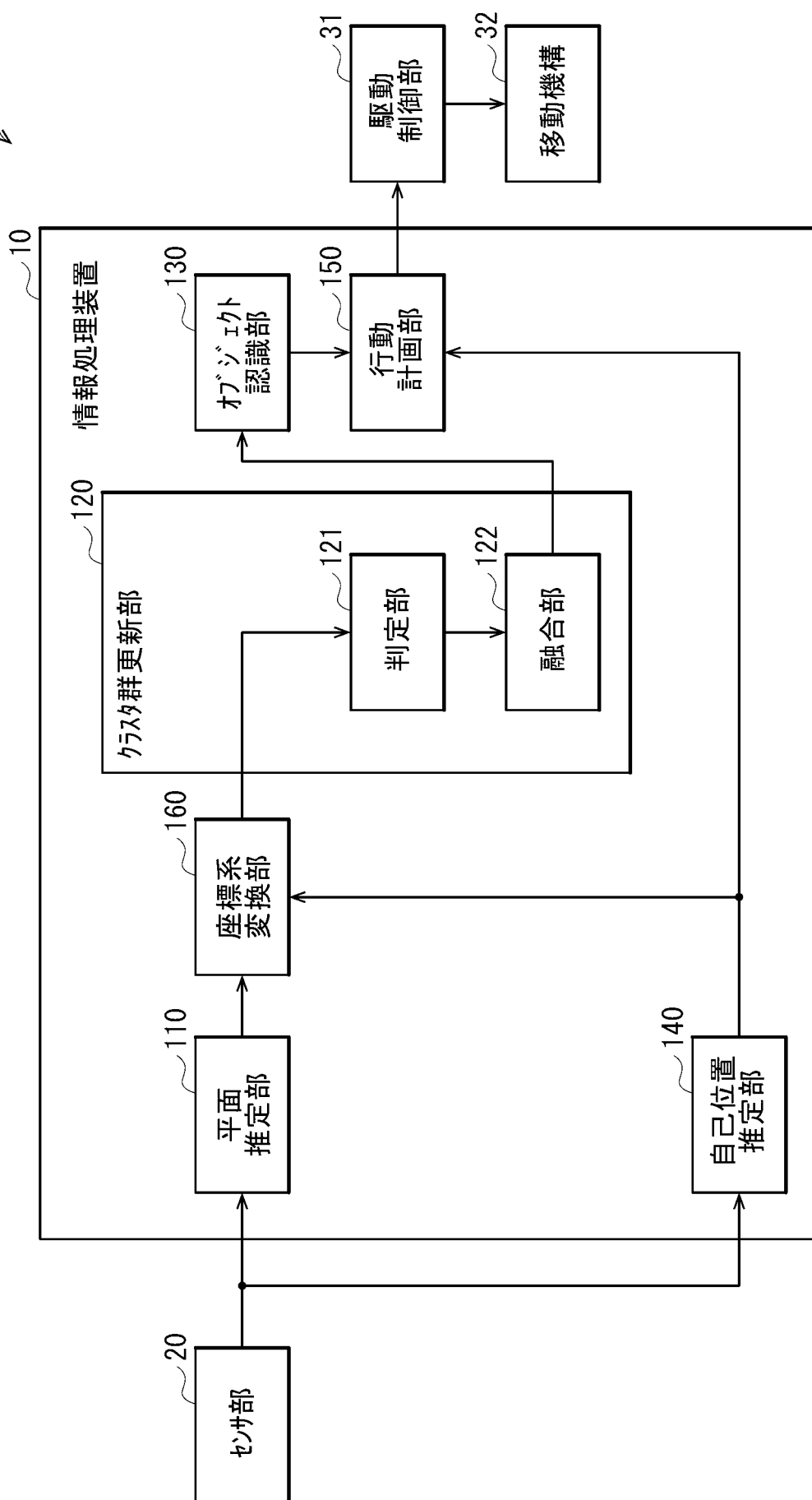
[請求項12] 前記自己位置推定部は、前記第 1 クラスター及び前記第 2 クラスターに基づいて、前記移動体の前記自己位置を推定する、請求項 11 に記載の情報処理装置。

[請求項13] 前記融合部は、前記第 2 のクラスター群に含まれる前記第 2 クラスターのうち、所定期間以上、前記第 1 クラスターが融合されなかった前記第 2 クラスターを破棄して前記第 2 のクラスター群を更新する、請求項 1 に記載の情報処理装置。

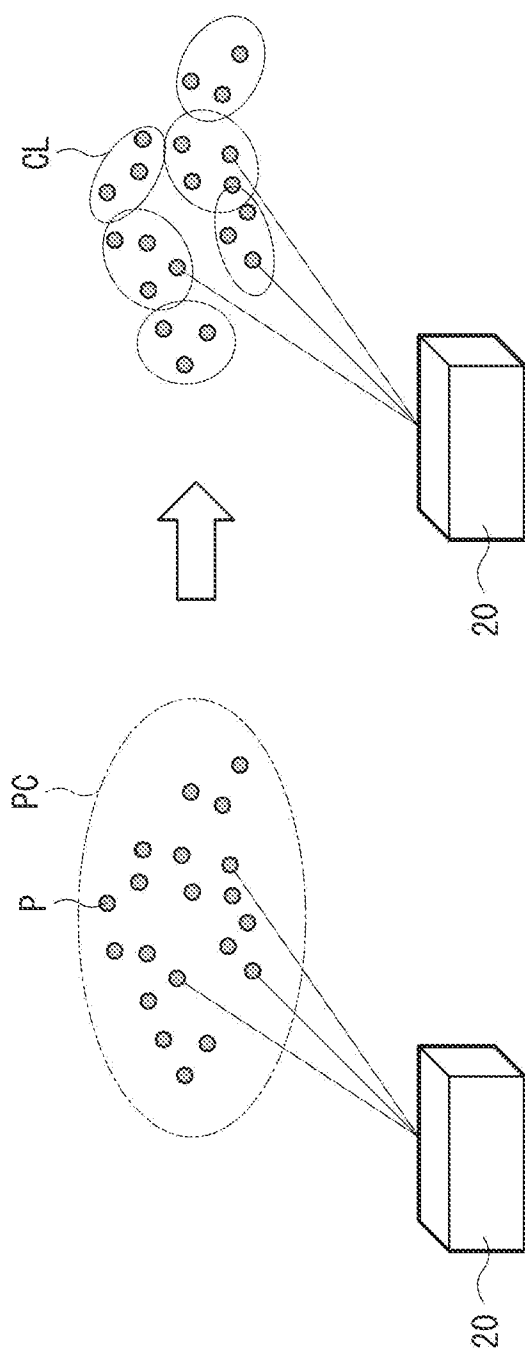
- [請求項14] 前記第1の点群データ及び前記第2の点群データは、三次元空間を表現するデータである、請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項15] 前記第1のクラスタ群は、前記第1の点群データに含まれる点群を所定の分割条件を満たさなくなるまで分割した部分点群をクラスタリングすることで生成される、請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項16] 前記所定の分割条件は、前記点群に含まれる点の数に関する条件、前記点群を囲む領域のサイズに関する条件、前記点群に含まれる点の密度に関する条件、又は前記点群の形状に関する条件の少なくともいずれか1つ以上を含む、請求項15に記載の情報処理装置。
- [請求項17] 前記第1のクラスタ群は、所定のクラスタリング条件を満たす前記部分点群のみをクラスタリングすることで生成される、請求項15に記載の情報処理装置。
- [請求項18] 前記所定のクラスタリング条件は、前記点群に含まれる点の数に関する条件、前記点群を囲む領域のサイズに関する条件、前記点群に含まれる点の密度に関する条件、又は前記点群の形状に関する条件の少なくともいずれか1つ以上を含む、請求項17に記載の情報処理装置。
- [請求項19] 演算処理装置を用いて、
センサにて取得された第1の点群データをクラスタリングした第1のクラスタ群に含まれる第1クラスタの各々を、前記第1の点群データよりも過去に取得された第2の点群データに基づいて生成された第2のクラスタ群に含まれる第2クラスタの各々に融合させることで、前記第2のクラスタ群を更新することを含む、
情報処理方法。
- [請求項20] コンピュータを、
センサにて取得された第1の点群データをクラスタリングした第1のクラスタ群に含まれる第1クラスタの各々を、前記第1の点群データよりも過去に取得された第2の点群データに基づいて生成された第

2のクラスタ群に含まれる第2クラスタの各々に融合させることで、
前記第2のクラスタ群を更新する融合部として機能させる、
プログラム。

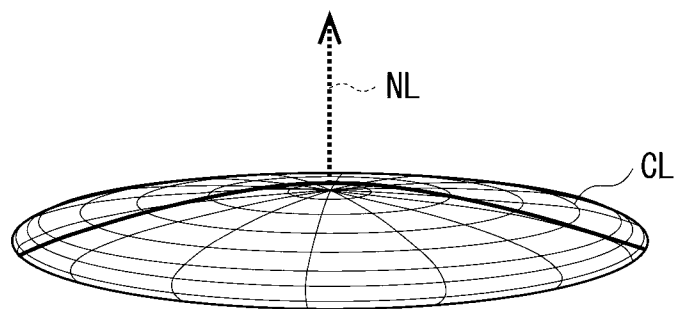
1



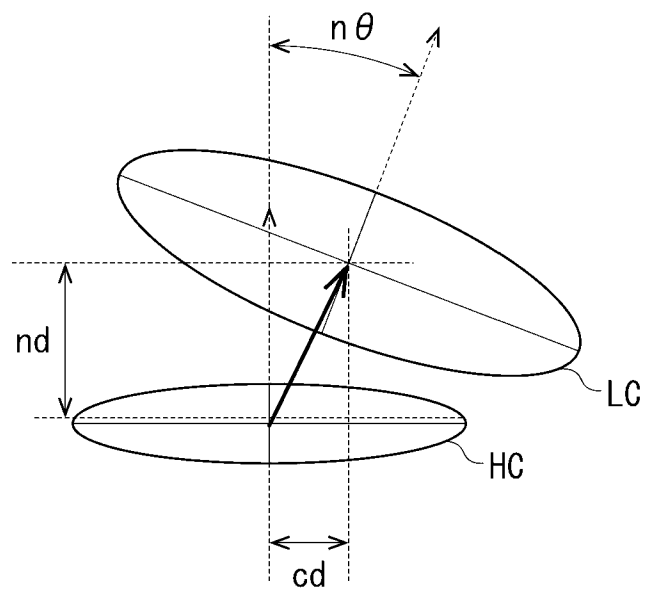
[図2]



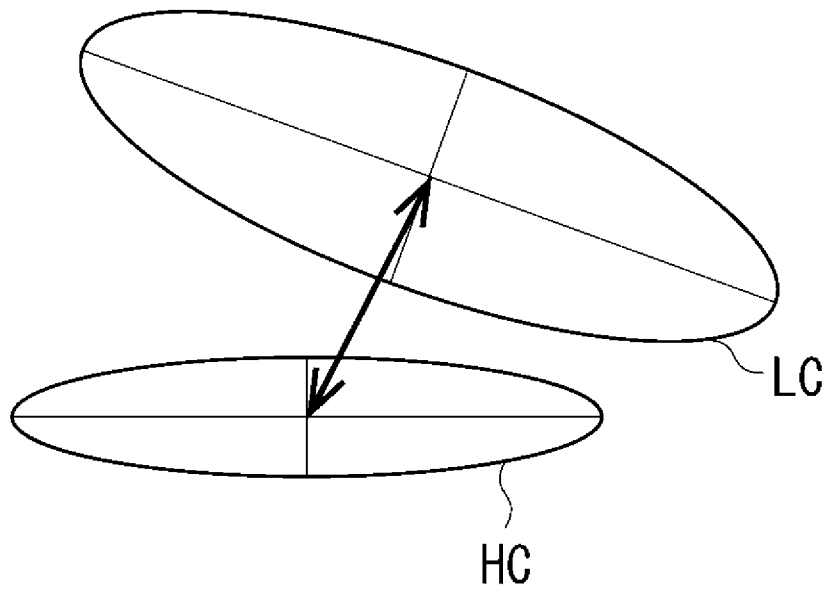
[図3]



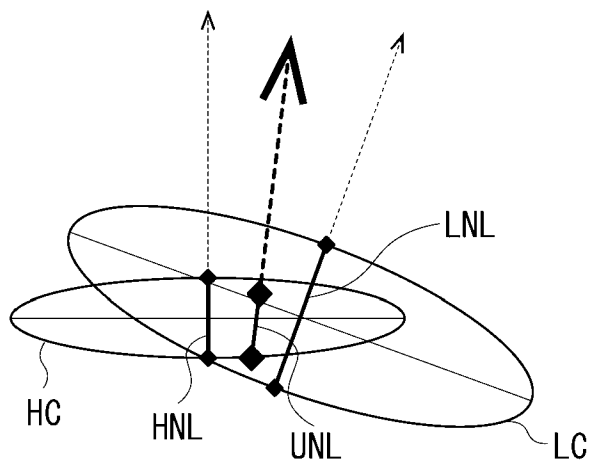
[図4]



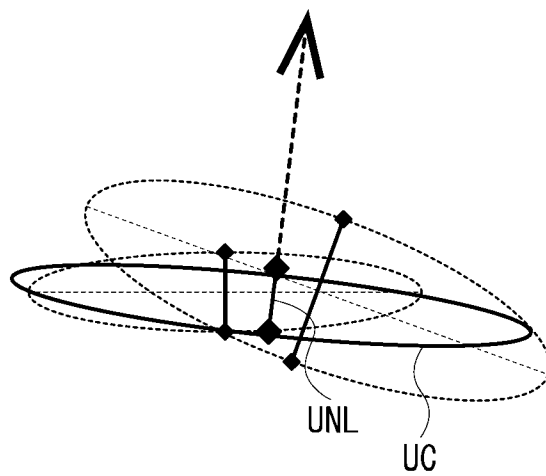
[図5]



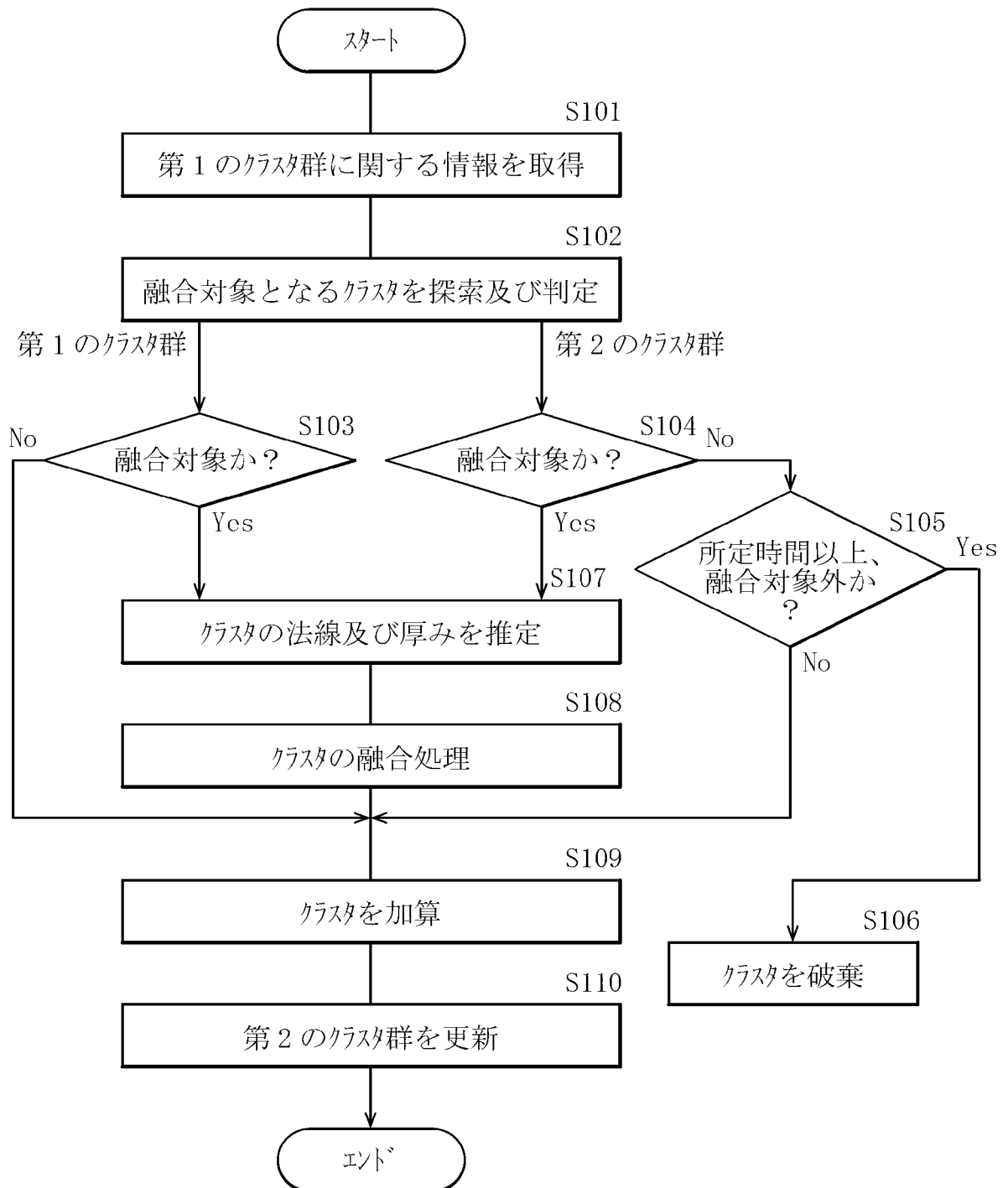
[図6]



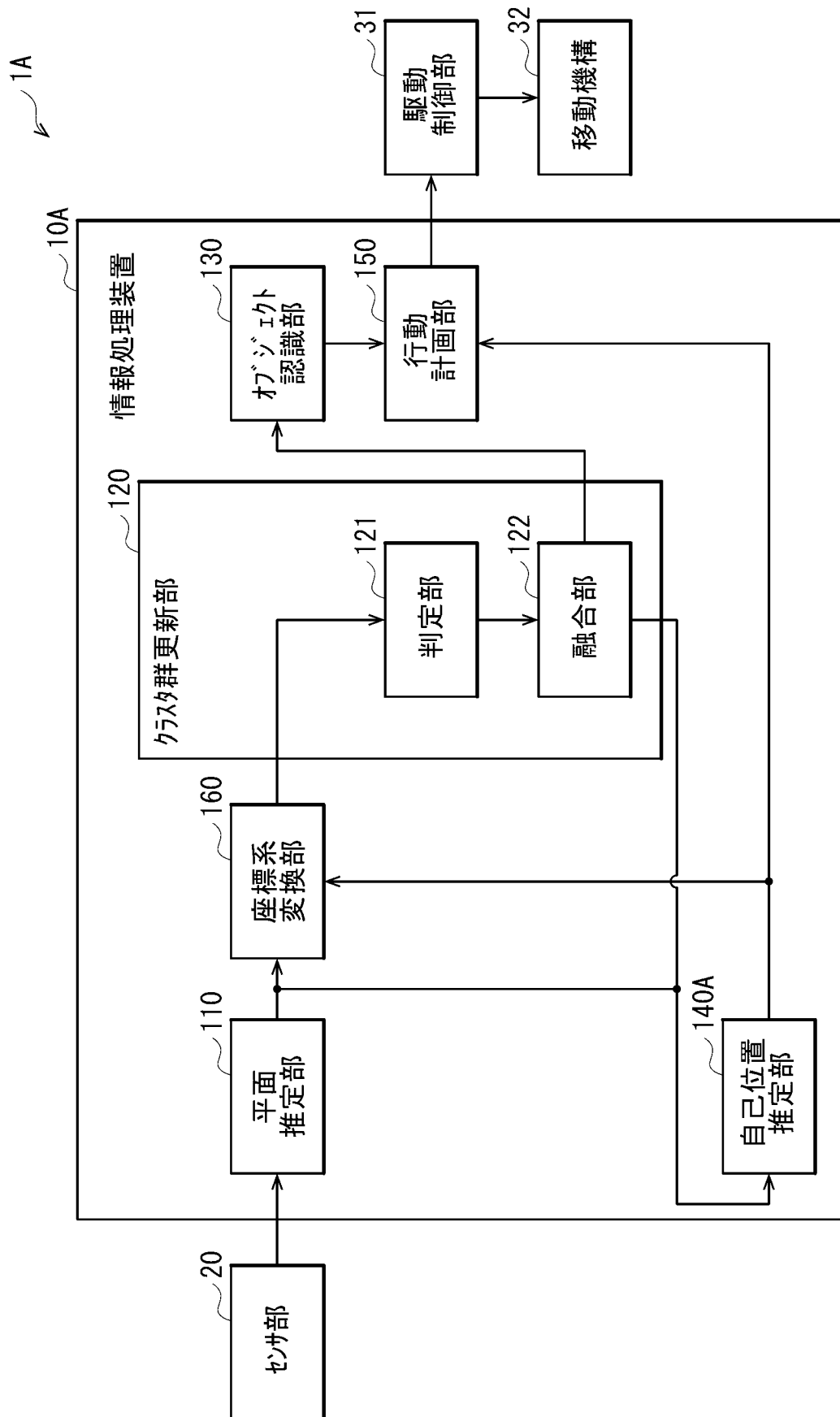
[図7]



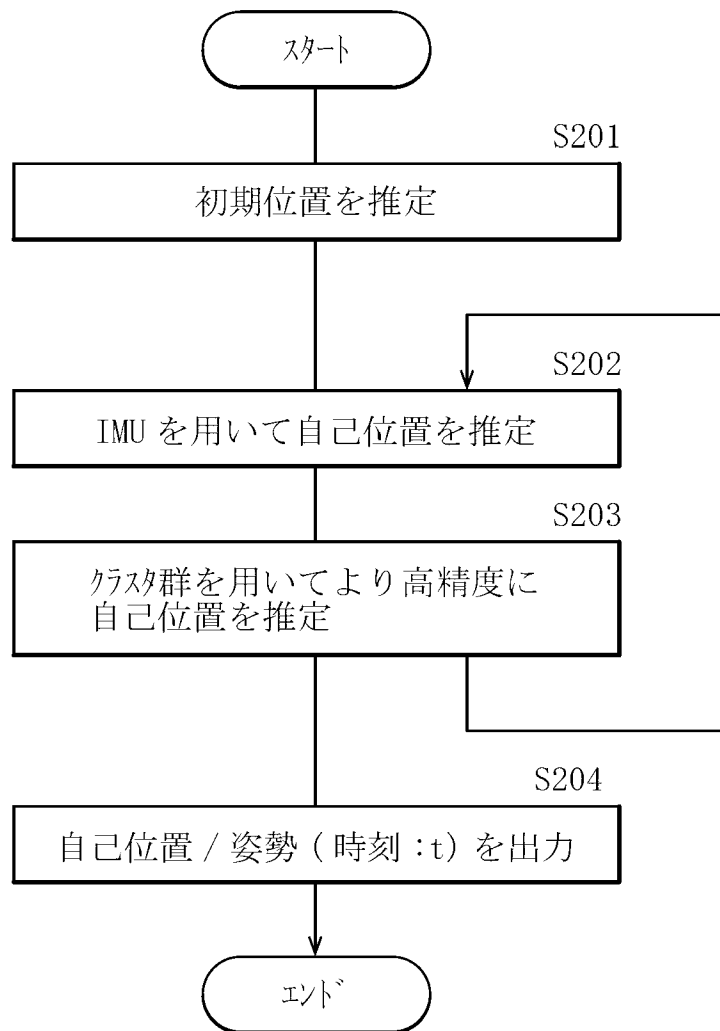
[図8]



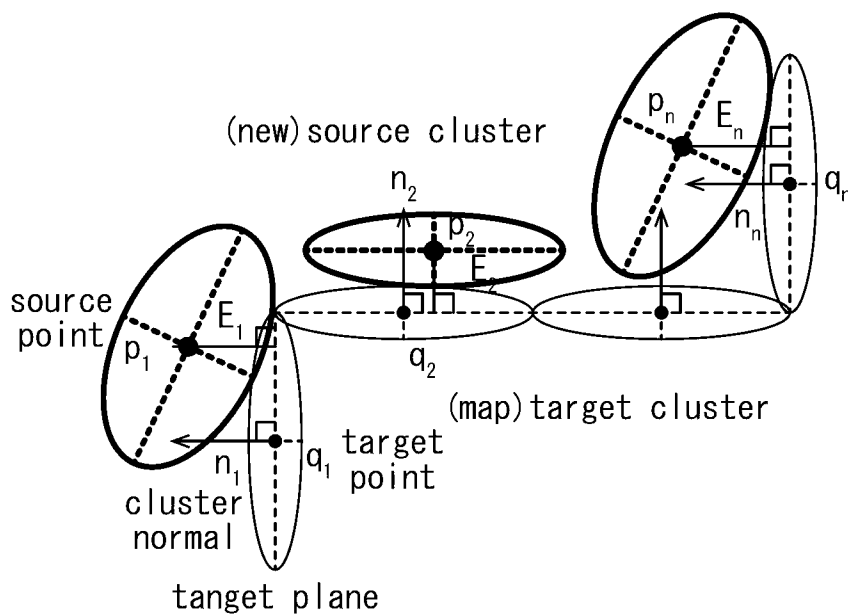
[図9]



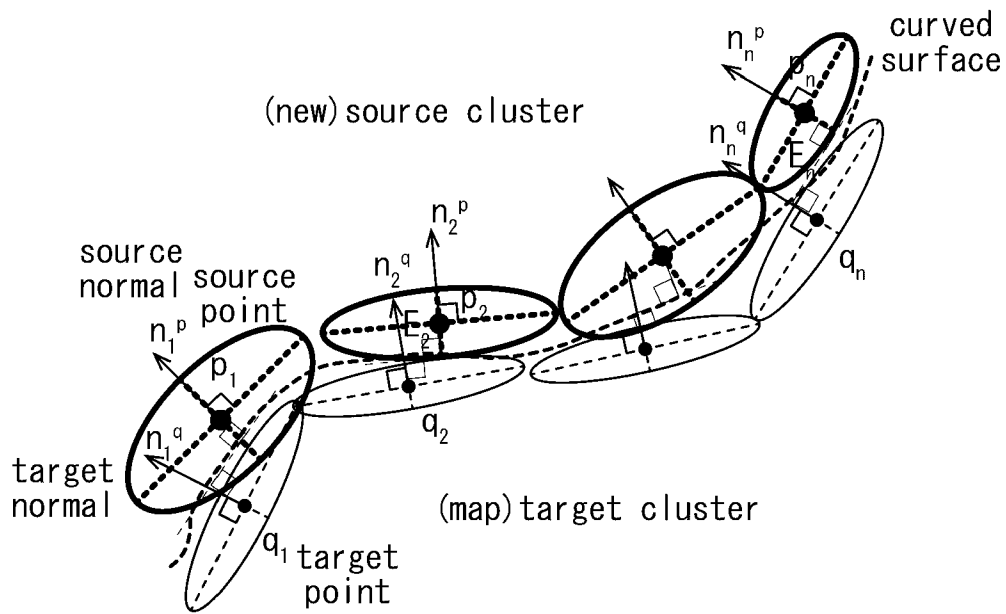
[図10]



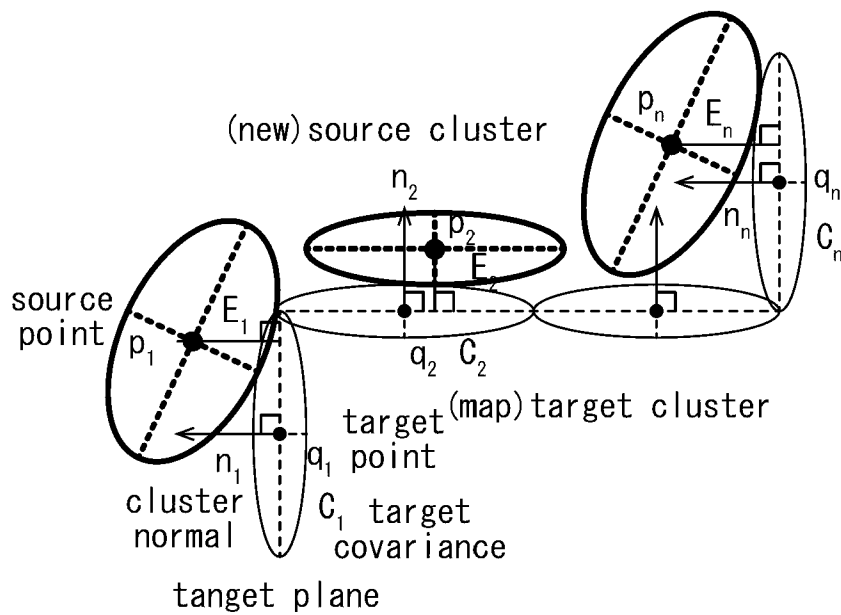
[図11]



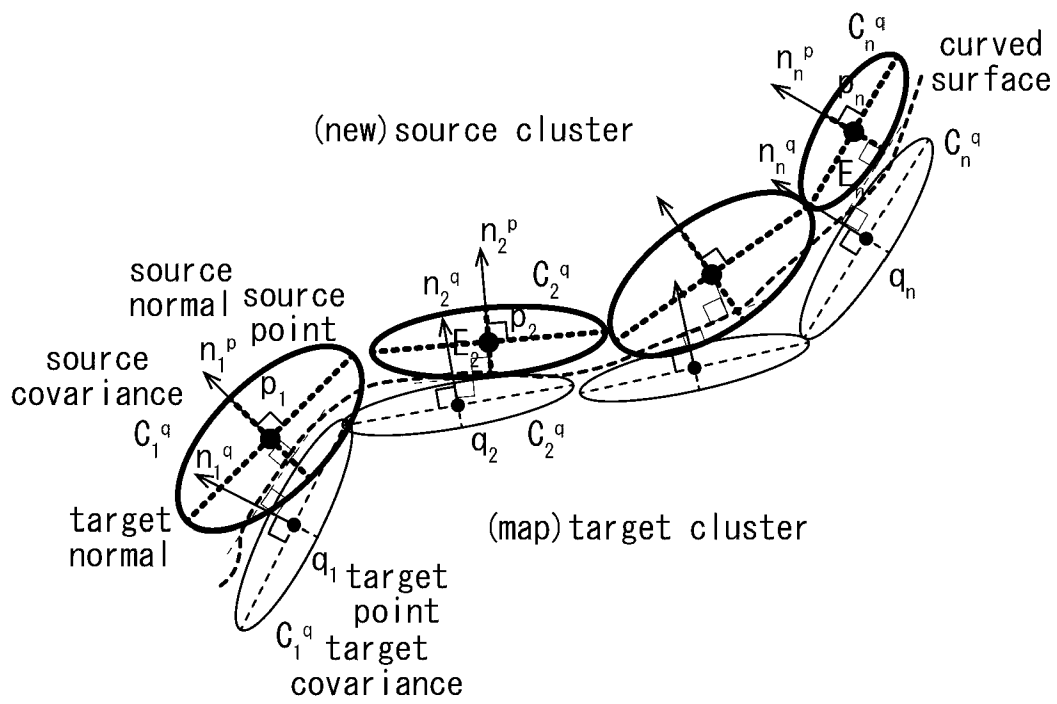
[図12]



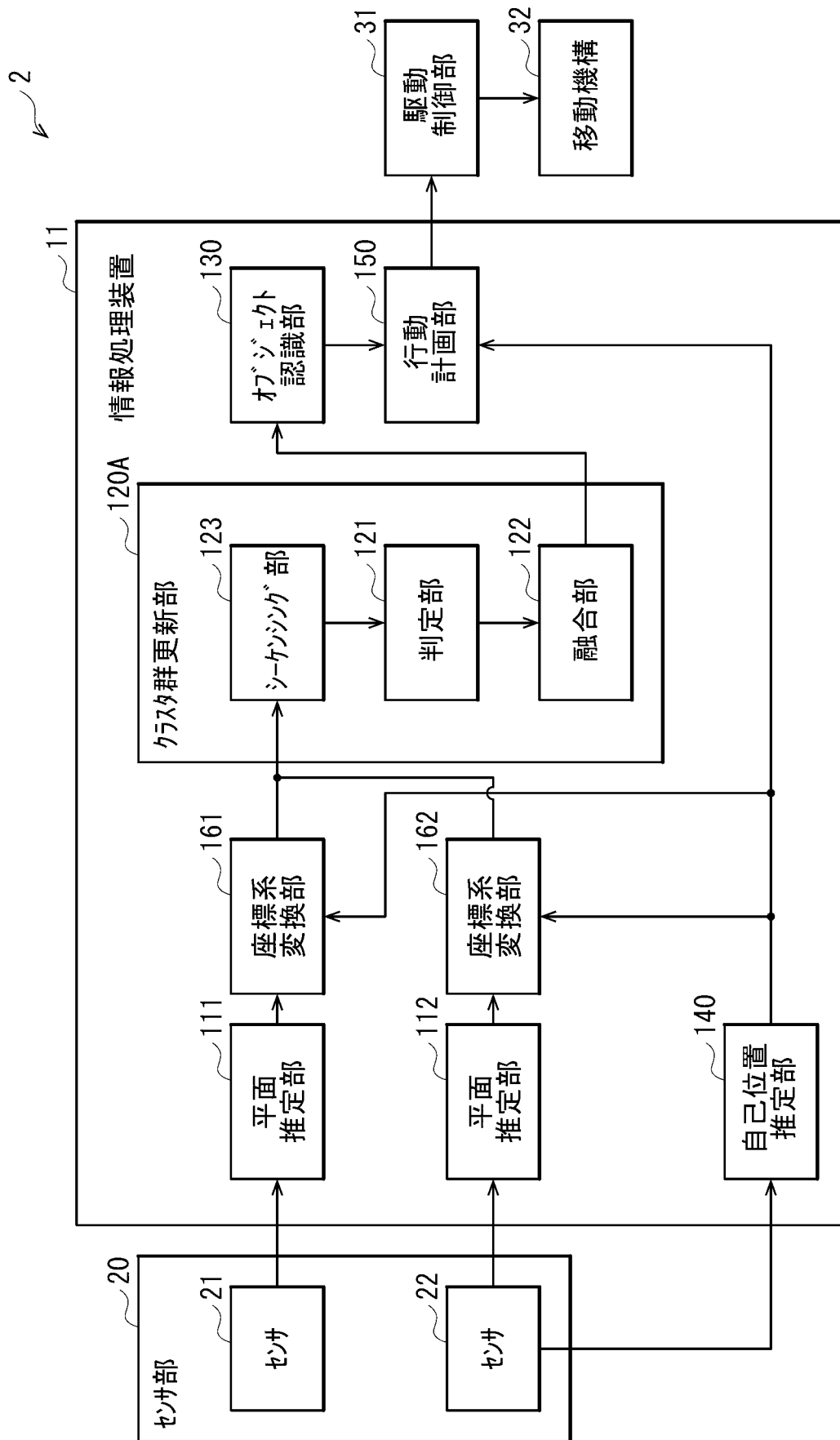
[図13]



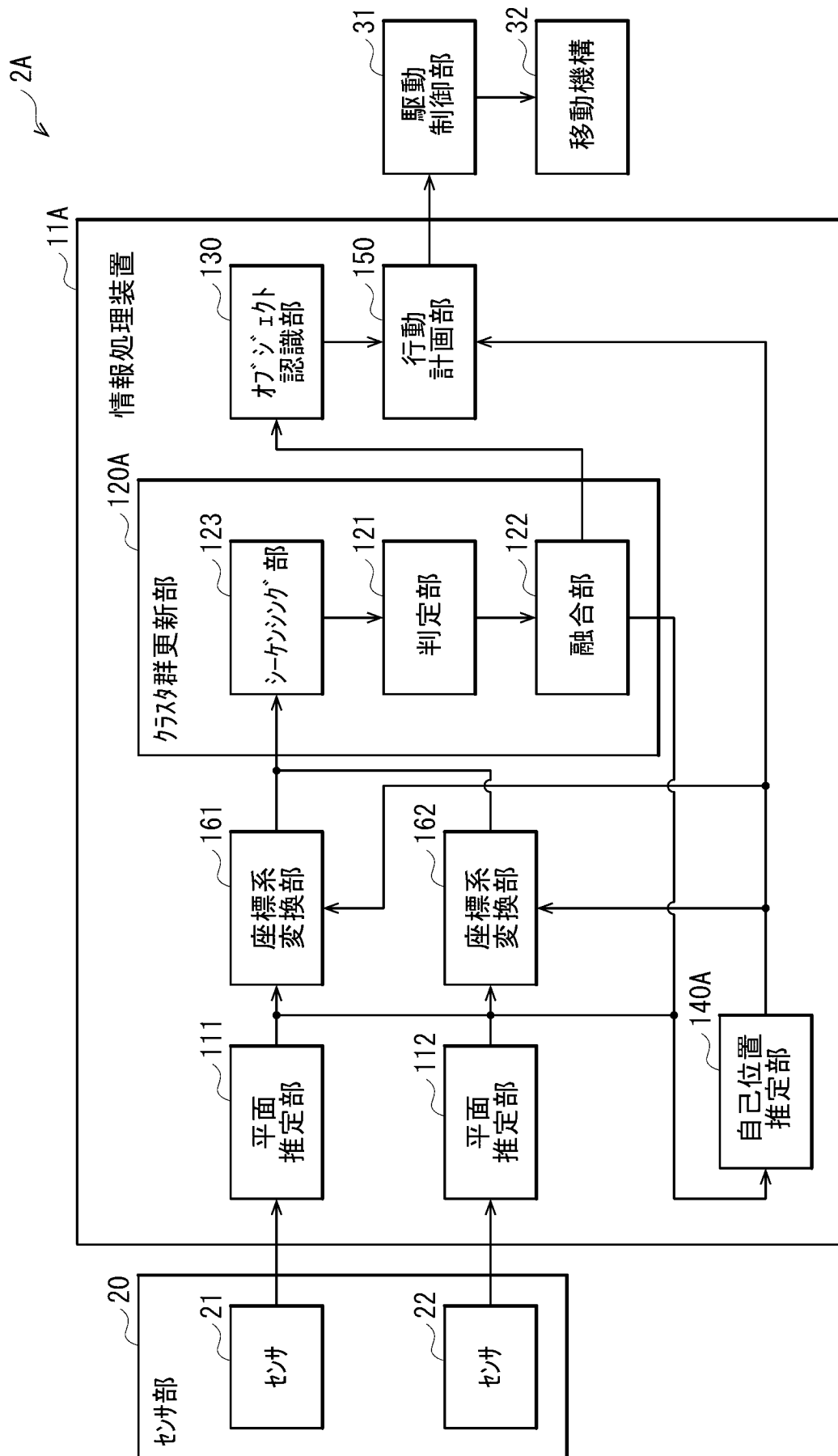
[図14]



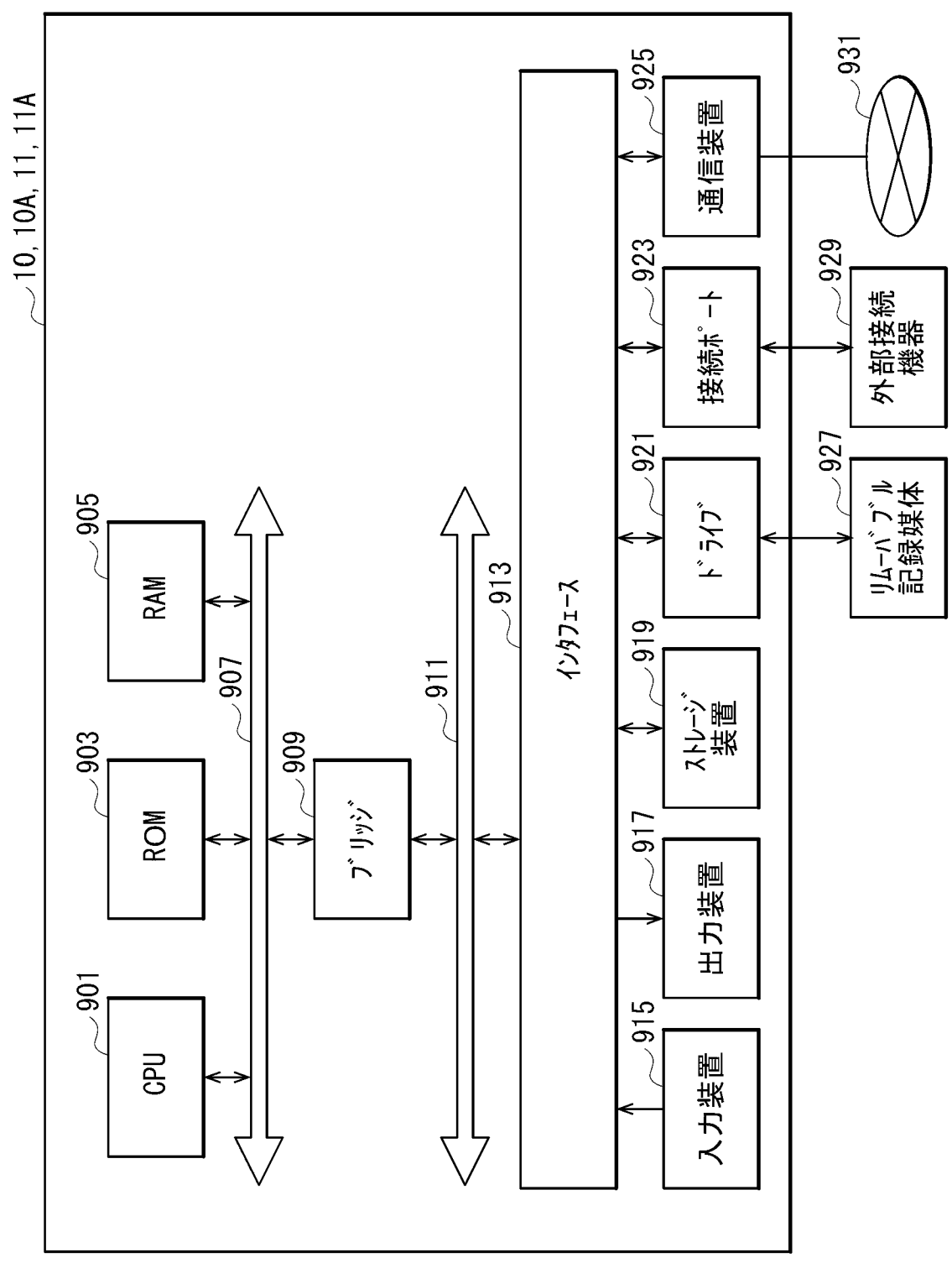
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/022191

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G05D1/02 (2020.01) i, G06T19/00 (2011.01) i, G06T7/00 (2017.01) i,
G06T7/277 (2017.01) i

FI: G06T19/00 A, G05D1/02 H, G06T7/00 C, G06T7/277

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)

Int. Cl. G05D1/02, G06T19/00, G06T7/00, G06T7/277

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 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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.
X	JP 2014-173869 A (DENSO WAVE INC., DENSO CORP.) 22 September 2014, paragraphs [0019]-[0082], fig. 1-16, paragraphs [0019]-[0082], fig. 1-16,	1, 5, 13-17, 19, 20
Y	16, paragraphs [0019]-[0082], fig. 1-16,	2, 7-12, 18
A	paragraphs [0019]-[0082], fig. 1-16	3, 4, 6
Y	JP 2017-134514 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 03 August 2017, paragraphs [0009]-[0023]	2
Y	JP 2020-24618 A (MURATA MACHINERY LTD.) 13 February 2020, fig. 1	7-9
Y	JP 2013-200604 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 03 October 2013, paragraphs [0001], [0013]-[0035]	10-12



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
29.06.2021

Date of mailing of the international search report
13.07.2021

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/JP2021/022191

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2018/229812 A1 (HITACHI, LTD.) 20 December 2018, paragraph [0043]	18
A	JP 2019-168417 A (DENSO CORP.) 03 October 2019, paragraph [0170]	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/022191

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2014-173869 A	22.09.2014	(Family: none)	
JP 2017-134514 A	03.08.2017	(Family: none)	
JP 2020-24618 A	13.02.2020	(Family: none)	
JP 2013-200604 A	03.10.2013	(Family: none)	
WO 2018/229812 A1	20.12.2018	(Family: none)	
JP 2019-168417 A	03.10.2019	(Family: none)	

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; G06T 19/00(2011.01)i; G06T 7/00(2017.01)i; G06T 7/277(2017.01)i FI: G06T19/00 A; G05D1/02 H; G06T7/00 C; G06T7/277		
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; G06T19/00; G06T7/00; G06T7/277		
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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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
X	JP 2014-173869 A（株式会社デンソーウェーブ，株式会社デンソー）22.09.2014 (2014 - 09 - 22) 段落 [0019] - [0082]， [図1] - [図16]	1,5,13-17,19,20
Y	段落 [0019] - [0082]， [図1] - [図16]	2,7-12,18
A	段落 [0019] - [0082]， [図1] - [図16]	3,4,6
Y	JP 2017-134514 A（トヨタ自動車株式会社）03.08.2017（2017 - 08 - 03） 段落 [0009] - [0023]	2
Y	JP 2020-24618 A（村田機械株式会社）13.02.2020（2020 - 02 - 13） [図1]	7-9
Y	JP 2013-200604 A（トヨタ自動車株式会社）03.10.2013（2013 - 10 - 03） 段落 [0001] [0013] - [0035]	10-12
Y	WO 2018/229812 A1（株式会社日立製作所）20.12.2018（2018 - 12 - 20） 段落 [0043]	18
A	JP 2019-168417 A（株式会社デンソー）03.10.2019（2019 - 10 - 03） 段落 [0170]	1-20
☐ 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、一般的な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 29.06.2021		国際調査報告の発送日 13.07.2021
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） 片岡 利延 5V 4881 電話番号 03-3581-1101 内線 3571

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/JP2021/022191

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2014-173869	A	22.09.2014	(ファミリーなし)	
JP	2017-134514	A	03.08.2017	(ファミリーなし)	
JP	2020-24618	A	13.02.2020	(ファミリーなし)	
JP	2013-200604	A	03.10.2013	(ファミリーなし)	
WO	2018/229812	A1	20.12.2018	(ファミリーなし)	
JP	2019-168417	A	03.10.2019	(ファミリーなし)	