

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, 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] 本発明は、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] 周辺の立体物の3次元の位置情報を点群情報として取得し、自己及び周辺立体物の位置を推定するSLAM (Simultaneous Localization and Mapping) という技術がある。また、カメラで撮影した画像データを用いてSLAMを行うVisual SLAM (以下、VSLAMと呼ぶ) が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2016-024598号公報

特許文献2：米国特許第10726570号明細書

特許文献3：米国特許第10719759号明細書

特許文献4：米国特許出願公開第2019/0094027号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、従来の技術では、VSLAM処理で出力する点群情報にはノイズが多いという問題がある。また、このノイズを低減するために各種のフィルタを適用することが考えられるが、カメラで撮影した画像データは、例えば、日照条件や撮影シーン等によって大きく条件が異なるため、フィルタのフィルタ係数を適切に設定することは困難である。

[0005] 本発明の一実施形態は、上記の問題点に鑑みてなされたものであって、VSLAM処理で出力する点群情報に適用する1つ以上のフィルタのフィルタ係数を適切に設定できるようにする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記の課題を解決するため、本発明の一実施形態に係る情報処理装置は、第1のカメラで撮影した画像データを用いて3次元の位置情報を表す第1の点群情報を取得する取得部と、1つ以上のフィルタを用いて前記第1の点群情報のノイズを低減した第2の点群情報を出力するフィルタ部と、第2のカメラで撮影した画像データを含む学習用テストデータと、位置センサで取得した3次元の位置情報を表す第3の点群情報による教師データとを用いて予め学習したフィルタ係数推定モデルと、前記第1のカメラで撮影した画像データを含む観測データとを用いて、前記1つ以上のフィルタのフィルタ係数を設定する設定部と、を有する。

発明の効果

[0007] 本発明の一実施形態によれば、VSLAM処理で出力する点群情報に適用する1つ以上のフィルタのフィルタ係数を適切に設定できるようになる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]一実施形態に係る情報処理装置を搭載した車両の全体構成の例を示す図である。

[図2]一実施形態に係る情報処理装置のハードウェア構成の例を示す図である。

[図3]第1の実施形態に係る情報処理装置の機能構成の例を示す図である。

[図4A]第1の実施形態に係るフィルタ処理について説明するための図(1)である。

[図4B]第1の実施形態に係るフィルタ処理について説明するための図(2)である。

[図4C]第1の実施形態に係るフィルタ処理について説明するための図(3)である。

[図4D]第1の実施形態に係るフィルタ処理について説明するための図(4)である。

[図4E]第1の実施形態に係るフィルタ処理について説明するための図(5)である。

[図5]第1の実施形態に係る情報処理装置の処理の例を示すフローチャートである。

[図6A]第1の実施形態に係る情報処理装置の応用例について説明するための図(1)である。

[図6B]第1の実施形態に係る情報処理装置の応用例について説明するための図(2)である。

[図7A]第1の実施形態に係る学習用データの取得環境の例を示す図(1)である。

[図7B]第1の実施形態に係る学習用データの取得環境の例を示す図(2)である。

[図8]第1の実施形態に係る取得処理の例を示すフローチャートである。

[図9]第1の実施形態に係る学習環境の例を示す図である。

[図10]第1の実施形態に係る学習処理の例を示すフローチャートである。

[図11]第2の実施に係る情報処理システムのシステム構成の例を示す図である。

[図12]第2の実施形態に係る情報処理システムの処理の概要について説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下に、本発明の実施の形態について、添付の図面を参照して説明する。

[0010] [第1の実施形態]

本実施形態に係る情報処理装置は、例えば、自動車、ロボット、又はドローン等の様々な移動体に適用することができる。ここでは、一例として、情報処理装置が、例えば、自動車等の車両に設けられている場合の例について説明する。

[0011] <全体構成>

図1は、一実施形態に係る情報処理装置を搭載した車両の全体構成の例を示す図である。車両1は、情報処理装置10、1つ以上のカメラ12、位置センサ14、及び表示装置16等を備えている。上記の各構成要素は、例え

ば、車載ネットワーク、有線ケーブル、又は無線通信等により通信可能に接続されている。

[0012] なお、車両 1 は、本実施形態に係る情報処理装置 10 を搭載する移動体の一例である。移動体は、車両 1 に限られず、例えば、脚等で移動するロボット、有人又は無人の航空機等の移動機能を有する様々な装置、又は機械等であって良い。

[0013] カメラ 12 は、車両 1 の周辺を撮影し、所定の形式の動画データ（以下、画像データと呼ぶ）に変換して出力する撮影装置である。図 1 の例では、車両 1 には、4 つのカメラ 12 A～12 D が、互いに異なる撮影領域 E 1～E 4 に向けて設けられている。なお、以下の説明において、4 つのカメラ 12 A～12 D のうち、任意のカメラを示す場合、「カメラ 12」を用いる。また、4 つの撮影領域 E 1～E 4 のうち、任意の撮影領域を示す場合、「撮影領域 E」を用いる。図 1 に示すカメラ 12、及び撮影領域 E の数は一例であり、1 つ以上の他の数であっても良い。

[0014] 図 1 の例では、一例として、カメラ 12 A は、車両 1 の前方の撮影領域 E 1 に向けて設けられており、カメラ 12 B は、車両 1 の側方の撮影領域 E 2 に向けて設けられている。また、カメラ 12 C は、車両 1 の別の側方の撮影領域 E 3 に向けて設けられ、カメラ 12 D は、車両 1 の後方の撮影領域 E 4 に向けて設けられている。

[0015] 位置センサ 14 は、車両 1 の周辺の 3 次元の位置情報を表す点群情報を取得するセンサである。位置センサ 14 は、好適な一例として、パルス状に照射したレーザー光に対する散乱光を測定し、物体までの距離を示す画像を取得する L I D A R (Laser Imaging Detection and Ranging) を適用することができる。図 1 の例では、一例として、位置センサ 14 は、車両 1 の後方に向けて設けられている。

[0016] 表示装置 16 は、例えば、L C D (Liquid Crystal Display)、又は有機 E L (Electro-Luminescence) 等の表示デバイス、又は各種の情報を表示する表示機能を備えた様々な装置、又はデバイスである。

[0017] 情報処理装置１０は、カメラ１２で撮影した画像データを用いてＳＬＡＭ（Simultaneous Localization and Mapping）処理を行うＶｉｓｕａｌ ＳＬＡＭ（以下、ＶＳＬＡＭと呼ぶ）処理を実行するコンピュータである。情報処理装置１０は、車両１に搭載された１つ以上のＥＣＵ（Electronic Control Unit）３と、車載ネットワーク等を介して通信可能に接続されている。なお、情報処理装置１０は、車両１に搭載されたＥＣＵの１つであっても良い。

[0018] ＜ハードウェア構成＞

図２は、一実施形態に係る情報処理装置のハードウェア構成の例を示す図である。情報処理装置１０は、コンピュータの構成を有しており、例えば、ＣＰＵ（Central Processing Unit）２０１、メモリ２０２、ストレージデバイス２０３、Ｉ／Ｆ（Interface）２０４、及びバス２０８等を有している。また、情報処理装置１０は、入力装置２０５、出力装置２０６、又は通信装置２０７等を有していても良い。

[0019] ＣＰＵ２０１は、例えば、ストレージデバイス２０３等の記憶媒体に記憶したプログラムを実行することにより、情報処理装置１０が備える各機能を実現するプロセッサである。メモリ２０２には、例えば、ＣＰＵ２０１のワークエリア等として用いられる揮発性のメモリであるＲＡＭ（Random Access Memory）、及びＣＰＵ２０１の起動用のプログラム等を記憶した不揮発性のメモリであるＲＯＭ（Read Only Memory）等が含まれる。ストレージデバイス２０３は、例えば、ＳＳＤ（Solid State Drive）、又はＨＤＤ（Hard Disk Drive）等の大容量の記憶装置である。Ｉ／Ｆ２０４は、例えば、カメラ１２、位置センサ１４、表示装置１６、及びＥＣＵ３等を、情報処理装置１０に接続するための様々なインタフェースを含む。

[0020] 入力装置２０５は、外部からの入力を受け付ける様々なデバイス（例えば、キーボード、タッチパネル、ポインティングデバイス、マイクロフォン、スイッチ、ボタン、又はセンサ等）を含む。出力装置２０６は、外部への出力を実施する様々なデバイス（例えば、ディスプレイ、スピーカ、インジケータ等）を含む。通信装置２０７は、有線又は無線のネットワークを介して

、他の装置と通信を行うための様々な通信デバイスを含む。バス208は、上記の各構成要素に接続され、例えば、アドレス信号、データ信号、及び各種の制御信号等を伝送する。

[0021] なお、図2に示す情報処理装置10のハードウェア構成は一例である。例えば、情報処理装置10は、画像処理用のASIC (Application Specific Integrated Circuit)、又はDSP (Digital Signal Processor)等を有していても良い。また、入力装置205、及び出力装置206は、一体化されたタッチパネルディスプレイ等の表示入力装置であっても良いし、情報処理装置10に含まれていなくても良い。

[0022] <機能構成>

図3は、第1の実施形態に係る情報処理装置の機能構成の例を示す図である。情報処理装置10は、例えば、図2のCPU201で所定のプログラムを実行することにより、入力部310、取得部320、フィルタ部330、設定部340、及び出力部350等を実現している。なお、上記の各機能構成のうち、少なくとも一部は、ハードウェアによって実現されるものであっても良い。なお、ここでは、説明を容易にするため、カメラ12の数が1つであるものとして以下の説明を行う。

[0023] 入力部310は、例えば、図2のI/F204等を用いて、カメラ（第1のカメラ）12で撮影した画像データ（動画像データ）を取得し、取得部320、及び設定部340等に出力する。

[0024] 取得部320は、カメラ12で撮影した画像データに、VSLAM処理を行うことにより、カメラ12の撮影領域Eにおける3次元の位置情報を表す点群情報（以下、第1の点群情報と呼ぶ）を取得する取得処理を実行する。取得部320は、例えば、特徴量抽出部321、マッチング部322、自己位置推定部323、3次元復元部324、記憶部325、及び補正部327等を含む。

[0025] 特徴量抽出部321は、入力部310から取得した画像データに含まれる、撮影タイミングが異なる複数のフレームから特徴量を抽出する特徴量抽出

処理を実行し、抽出した特徴量をマッチング部 3 2 2 に出力する。また、好適な一例として、特徴量抽出部 3 2 1 は、特徴量抽出処理で得られた特徴数を、観測データとして設定部 3 4 0 に出力する。

[0026] マッチング部 3 2 2 は、特徴量抽出部 3 2 1 が出力する、複数のフレームの特徴量を用いて、複数のフレーム間の対応する点（以下、マッチング点と呼ぶ）を複数特定するマッチング処理を実行し、マッチング結果を自己位置推定部 3 2 3 に出力する。なお、複数のフレームとは、例えば連続した 2 つのフレームである。また、マッチング処理において、例えば 4 点以上のマッチング点を特定することが望ましい。また、好適な一例として、マッチング部 3 2 2 は、マッチング処理で得られたマッチング数を、観測データとして設定部 3 4 0 に出力する。

[0027] ここで、環境地図情報 3 2 6 は、車両（移動体の一例）1 の周辺の環境を表す地図情報である。環境地図情報 3 2 6 には、実空間における所定位置を原点とした 3 次元座標空間に、検出点の各々の位置情報、及び車両 1 の自己位置情報が記憶されている。実空間における所定位置は、例えば、予め設定した条件に基づいて定めても良い。

[0028] 例えば、所定位置は、情報処理装置 1 0 が本実施形態に係る情報処理を実行開始するときの車両 1 の位置であっても良い。例えば、情報処理装置 1 0 が、車両 1 の駐車シーンで情報処理を実行する場合、車両 1 が駐車シーンを示す挙動となったときの車両 1 の位置を、所定の位置としても良い。ただし、所定位置を決定するタイミングは、駐車シーンに限られない。

[0029] 自己位置推定部 3 2 3 は、マッチング部 3 2 2 から取得した複数のマッチング点を用いて、射影変換等により、撮影画像に対する相対的な自己位置を推定する。ここで自己位置には、カメラ 1 2 の位置（3 次元座標）及び傾き（回転）の情報が含まれ、自己位置推定部 3 2 3 はこれを自己位置情報として環境地図情報 3 2 6 に記憶する。

[0030] 3 次元復元部 3 2 4 は、自己位置推定部 3 2 3 によって推定された自己位置の移動量（並進量及び回転量）を用いて透視投影変換処理を行い、当該マ

タッチング点の3次元座標（自己位置に対する相対座標）を決定する。3次元復元部324は、決定された3次元座標を周辺位置情報として環境地図情報326に記憶する。これにより、環境地図情報326には、カメラ12が搭載された車両1の移動に伴って、新たな周辺位置情報、及び自己位置情報が、逐次的に追加されていく。

[0031] 記憶部325は、例えば、図2のメモリ202等によって実現され、例えば、環境地図情報326等の様々な情報、データ、又はプログラム等を記憶する。

[0032] 補正部327は、複数のフレーム間で複数回マッチングした点に対し、過去に算出された3次元座標と、新たに算出された3次元座標とで、3次元空間内での距離の差の合計が最小となる様に、例えば、最小二乗法等を用いて、環境地図情報326に登録済の位置情報及び自己位置情報を補正する。なお、補正部327は、自己位置情報及び周辺位置情報の算出の過程で用いた自己位置の移動量（並進量及び回転量）を補正しても良い。

[0033] なお、上記の取得部320の構成は一例である。本実施形態に係る取得部320は、VSALM処理によって、カメラで撮影した画像データを用いて3次元の位置情報を表す第1の点群情報（環境地図情報326）を取得するものであれば良く、具体的な構成は、他の構成であっても良い。

[0034] フィルタ部330は、1つ以上のフィルタを用いて、取得部320がVSALM処理で取得した第1の点群情報（環境地図情報）のノイズを低減した点群情報（以下、第2の点群情報と呼ぶ）を出力するフィルタ処理を実行する。図3の例では、フィルタ部330は、1つ以上のフィルタの一例として、空間外れ値除去部331、空間平滑化処理部332、時間外れ値補正部333、及び時間平滑化処理部334を含む。

[0035] 空間外れ値除去部331は、設定部340が設定する1つ以上のフィルタ係数（例えば、係数 a 、 b 、 c ）を用いて、同一時刻の空間に対する外れ値除去処理を実行する。例えば、空間外れ値除去部331は、各点について、周辺の a 個の点との距離の合計が閾値 b 以上であれば除去する様な距離に基

づく外れ値除去処理を c 回実行する。或いは、空間外れ値除去部 331 は、各点について、周辺の a 個の点との距離が、（周辺の a 個の平均値） $\pm$ （周辺の a 個の標準偏差） $\times b$ 倍 以上であれば除去する様な統計に基づく外れ値除去処理を c 回実行するもの等であっても良い。なお、上記の係数 a 、 b 、 c は、設定部 340 が、空間外れ値除去部 331 に設定する 1 つ以上のフィルタ係数 342 の一例である。

[0036] 図 4 A は、空間外れ値除去処理の一例のイメージを示す図である。取得部 320 が VSLAM 処理で取得した第 1 の点群情報には、例えば、図 4 A に示す点群情報 411 のように、多くのノイズが含まれている。空間外れ値除去部 331 により、点群情報 411 からノイズ（不要点）を除去（又は低減）した点群情報 412 が得られる。

[0037] 空間平滑化処理部 332 は、設定部 340 が設定する 1 つ以上のフィルタ係数（例えば、係数 d 、 e ）を用いて、同一時刻の空間に対する平滑化処理を実行する。

[0038] 図 4 B は、空間平滑処理の一例のイメージを示す図である。空間平滑化処理部 332 は、例えば、空間外れ値除去部 331 が出力する図 4 B に示すような点群情報 412 を、メッシュ数 d でメッシュ化した画像 421 を生成する。また、空間平滑化処理部 332 は、メッシュ化した画像 421 をサンプリング間隔 e で再び点群化することにより、例えば、図 4 B に示すような平滑化した点群情報 422 を得ることができる。なお、上記の係数 d 、 e は、設定部 340 が、空間平滑化処理部 332 に設定する 1 つ以上のフィルタ係数 343 の一例である。

[0039] 時間外れ値補正部 333 は、設定部 340 が設定する 1 つ以上のフィルタ係数（例えば、係数 f 、 g 、 h 、 i 、 j ）を用いて、時間方向のデータ列に対する外れ値除去処理を実行する。例えば、時間外れ値補正部 333 は、自己位置を原点として 3 次元空間を単位立方体 (f^3) に区画し、点数が閾値 g 以上の区画を抽出する。また、時間外れ値補正部 333 は、自己移動ベクトルを差し引いた過去フレーム h 枚と合せ、有効区画が閾値 i 以下で削除、閾値

j 以上で追加する様な除去と補完処理を行う。なお、上記の係数 f、g、h、i、j は、設定部 340 が、時間外れ値補正部 333 に設定する 1 つ以上のフィルタ係数 344 の一例である。

[0040] 図 4 C は、時間外れ値補正部 333 が実行する空間外れ値補正処理の一例のイメージを示す図である。例えば、時間外れ値補正部 333 が出力する図 4 C に示すような点群情報 422 に対して、空間外れ補正処理を実行すると、点群情報 422 のうち、過去のフレームにはない突然現れた点等が除去され、過去のフレームにある突然なくなった点が補完される。これにより、点群情報 422 から、ノイズ、及び欠落が補正された点群情報 431 が得られる。

[0041] 時間平滑化処理部 334 は、設定部 340 が設定する 1 つ以上の係数（例えば、係数 k、l）を用いて、時間方向のデータ列に対する時間平滑化処理を実行する。

[0042] 図 4 D は、時間平滑化処理の一例のイメージを示す図である。例えば、時間平滑化処理部 334 は、時間外れ値補正部 333 が出力する点群情報 431 に対して、自己移動ベクトルを差し引いた過去フレーム k 枚で、時間外れ値補正部 333 で定義した有効区画ごとに、重み付け l の加重移動平均処理を実行する。これにより、時間方向に移動平均された（平滑化された）点群情報 521 が得られる。なお、上記の係数 k、l は、設定部 340 が、時間平滑化処理部 334 に設定する 1 つ以上のフィルタ係数 345 の一例である。

[0043] 上記の処理により、フィルタ部 330 は、取得部 320 が VSLAM 処理で取得した第 1 の点群情報のノイズを低減した第 2 の点群情報を出力する。

[0044] ここで、カメラ 12 で撮影する画像データは、日照条件や撮影シーン等によって特徴が大きく異なるため、フィルタ部 330 の 1 つ以上のフィルタ係数を、様々な条件に対して、共通で適切に、予め静的に決定することは困難である。図 4 E は点群ノイズが多くなる観測データに対し好適なフィルタ係数の組み合わせ例（強 NR）と、点群ノイズが少なくなる観測データに対し

好適なフィルタ係数の組み合わせ例（弱NR）を示している。

[0045] そこで、本実施形態に係る情報処理装置10は、フィルタ部330の1つ以上のフィルタ係数を、カメラ12が撮影した動画データに応じて、動的に設定する設定部340を有している。

[0046] 設定部340は、機械学習で予め学習したフィルタ係数推定モデル341と、カメラ12で撮影した画像データを含む観測データとを用いて、フィルタ部330の1つ以上のフィルタ係数を設定する設定処理を実行する。

[0047] 好ましくは、フィルタ係数推定モデル341は、カメラで撮影した画像データを含む学習用テストデータと、LIDAR等の位置センサ14で取得した点群情報（以下、第3の点群情報と呼ぶ）による教師データとを用いて学習済のニューラルネットワークである。

[0048] 好ましくは、フィルタ係数推定モデル341の学習用テストデータ、及び観測データには、特徴量抽出部321が特徴量を抽出した数を示す特徴数、マッチング部322でマッチングした数を示すマッチング数等のデータが含まれる。また、フィルタ係数推定モデル341の学習用テストデータ、及び観測データには、車両1から取得した、例えば、車速情報、ギア情報、ユーザによって選択された駐車モード（並列又は縦列）等の車両情報が含まれていても良い。ここでは、一例として、フィルタ係数推定モデル341の学習用テストデータ及び観測データに、カメラで撮影した画像データ、特徴量抽出部321が出力する特徴数、及びマッチング部322が出力するマッチング数が含まれるものとして、以下の説明を行う。

[0049] フィルタ係数推定モデル341は、上記の観測データが入力されたときに、フィルタ部330が出力する第2の点群情報と、位置センサ14で取得した第3の点群情報との差分が閾値以下となるフィルタ係数を出力するように、予め学習されている。ここで差分とは、2つの点群情報についてマッチング処理を行い、対応する点の位置の相違である距離の総和を意味する。

[0050] 設定部340は、図3に示すように、入力部310が出力する画像データ、特徴量抽出部321が出力する特徴数、及びマッチング部322が出力す

るマッチング数を含む観測データを、フィルタ係数推定モデルに入力する。これにより、フィルタ係数推定モデル341は、観測データに応じて、フィルタ部330に設定するフィルタ係数342～345を出力する。設定部340は、フィルタ係数推定モデル341が出力するフィルタ係数342～345を、フィルタ部330に設定する。これにより、設定部340は、VSLAM処理で出力する点群情報に適用する1つ以上のフィルタのフィルタ係数を適切に設定できるようになる。なお、フィルタ係数推定モデル341の学習環境、及び学習処理については後述する。

[0051] 出力部350は、一例として、フィルタ部330が出力する、ノイズを低減した第2の点群情報335を、車両1が備えるECU2等の他の情報処理装置に出力する。例えば、出力部350は、運転を支援するECU、又は自動運転を制御するECU等に、フィルタ部330が出力する、第2の点群情報335を出力する。

[0052] 別の一例として、出力部350は、フィルタ部330が出力する、第2の点群情報335に基づいて、車両1の周辺の立体物を表示する表示画面等の様々な表示画面を作成して、表示装置16等に表示させても良い。

[0053] <処理の流れ>

続いて、本実施形態に係る情報処理方法の処理の流れについて図5を用いて説明する。この処理は、図3で説明した情報処理装置10が実行する処理の一例を示している。

[0054] ステップS501において、入力部310は、カメラ12が撮影した画像データ（動画データ）を取得する。また、入力部310は、取得した画像データを、取得部320、及び設定部340に出力する。

[0055] ステップS502において、取得部320の特徴量抽出部321は、入力部310から取得した画像データの複数のフレームから特徴量を抽出する特徴量抽出処理を実行し、抽出した特徴量をマッチング部322に出力する。また、特徴量抽出部321は、抽出した特徴量の数を示す特徴数を、設定部340に出力する。

- [0056] ステップS503において、取得部320のマッチング部322は、特徴量抽出部321が出力する、複数のフレームの特徴量を用いて、複数のフレーム間の対応する点を特定するマッチング処理を実行し、マッチング結果を自己位置推定部323等へ出力する。また、マッチング部322は、マッチング処理で得られたマッチング数を、設定部340へ出力する。
- [0057] ステップS504において、マッチング部322が出力するマッチング結果に基づいて、取得部320の自己位置推定部323が自己位置推定処理を実行し、3次元復元部324が3次元復元を実行する。補正部327は、自己位置推定処理の結果及び3次元復元の結果を補正する。
- [0058] 上記の処理により、取得部320は、カメラ12で撮影した画像データに、VSLAM処理を行い、3次元の位置情報を表す第1の点群情報を取得することができる。
- [0059] ステップS505において、設定部340は、入力部310から取得した画像データ、特徴量抽出部321から取得した特徴数、及びマッチング部322から取得したマッチング数を、観測データとして、学習済のフィルタ係数推定モデル341へ入力する。これにより、フィルタ係数推定モデル341は、カメラ12が撮影した画像データに対応する、フィルタ部330の1つ以上のフィルタ係数（例えば、前述した係数 $a \sim l$ ）を出力する。設定部340は、フィルタ係数推定モデル341が出力した1つ以上のフィルタ係数をフィルタ部330に設定する。
- [0060] ステップS506において、フィルタ部330の空間外れ値除去部331は、設定部340によって設定された1つ以上のフィルタ係数を用いて、取得部320から取得した第1の点群情報に対して、空間外れ値除去処理を実行する。例えば、空間外れ値除去部331は、設定部340によって設定された係数 $a \sim c$ を用いて、前述した空間外れ値除去処理を実行する。
- [0061] ステップS507において、フィルタ部330の空間平滑化処理部332は、設定部340によって設定された1つ以上のフィルタ係数を用いて、空間外れ値除去部331が処理した点群情報に対して、空間平滑化処理を実行

する。例えば、空間平滑化処理部332は、設定部340によって設定された係数d、eを用いて、前述した空間平滑化処理を実行する。

[0062] ステップS508において、フィルタ部330の時間外れ値補正部333は、設定部340によって設定された1つ以上のフィルタ係数を用いて、空間平滑化処理部332が処理した点群情報に対して、時間外れ値補正処理を実行する。例えば、時間外れ値補正部333は、設定部340によって設定された係数f～jを用いて、前述した時間外れ補正処理を実行する。

[0063] ステップS509において、フィルタ部330の時間平滑化処理部334は、設定部340によって設定された1つ以上のフィルタ係数を用いて、時間外れ値補正部333が処理した点群情報に対して、時間平滑化処理を実行する。例えば、時間平滑化処理部334は、設定部340によって設定された係数k、lを用いて、前述した時間平滑化処理を実行する。

[0064] 上記の処理により、フィルタ部330は、取得部320が取得した第1の点群情報のノイズを低減した第2の点群情報を、出力部350等に出力する。

[0065] ステップS510において、情報処理装置10は、処理が終了するまで（例えば、終了指示を受け付けるまで）、ステップS501～S509の処理を繰り返し実行する。

[0066] なお、図5に示す情報処理装置10の処理は一例である。例えば、フィルタ部330に含まれる4つのフィルタの処理順序は、他の順序であっても良い。また、フィルタ部330に含まれる4つのフィルタの数は、1つ以上の他の数であっても良い。

[0067] また、ステップS505のフィルタ係数の設定処理において、設定部340に入力される観測データには、特徴量抽出部321が出力する特徴数、又はマッチング部322が含まれていなくても良い。さらに、ステップS505のフィルタ係数の設定処理において、設定部340に入力される観測データには、車両1の車両情報が含まれていても良い。

[0068] 以上、本実施形態に係る情報処理装置10によれば、VSLAM処理で出

力する第1の点群情報に適用する1つ以上のフィルタのフィルタ係数を適切に設定できるようになる。これにより、情報処理装置10は、VSLAM処理で出力する第1の点群情報のノイズを低減した第2の点群情報を出力することができる。

[0069] <利用シーンの例>

本実施形態に係る情報処理装置10によりノイズが低減された第2の点群情報は、例えば、車両に搭載される自動運転システム、又は運転支援システム等、より高精度な点群情報が要求されるシステムに好適に適用することができる。また、情報処理装置10によりノイズが低減された第2の点群情報は、自動車等の車両1に限られず、例えば、移動機能を有するロボット、ドローン等の様々な移動装置（移動体）に適用することができる。

[0070] また、情報処理装置10によりノイズが低減された第2の点群情報は、例えば、車両1の周辺の撮影画像を仮想的な投影面に投影した投影画像を用いて、任意の視野からの合成画像を生成する技術にも好適に適用することができる。例えば、本実施形態に係る情報処理装置10によりノイズが低減された点群情報に基づいて、車両1の周辺の立体物を検知して、俯瞰画像の投影面の形状制御を行うことができる。

[0071] 例えば、情報処理装置10の出力部350が、図1のカメラ12A~12Dで撮影した画像データを、ボウル型の投影面に投影した投影画像を用いて、表示装置16に俯瞰画像を表示するものとする。

[0072] 図6Aは、基準投影面40の一例を示す模式図である。図6Bは、例えば、出力部350が決定する投影形状41の一例を示す模式図である。基準投影面40は、底面40Aと側壁面40Bとを有し、底面40Aを車両1等の移動体2の下方の路面に略一致する面とし、該底面40Aの中心を移動体2の自己位置Sとした仮想空間に仮想的に形成される立体モデルである。

[0073] 出力部350は、環境地図情報326に記憶した周辺位置情報と、移動体2の自己位置情報とに基づいて、図6Aに示した基準投影面40を変形し、図6Bに示した投影形状41としての変更投影面42を決定する。この基準

投影面の変形は、例えば、周辺位置情報の中で車両 1 に最も近い 3 次元座標に対して実行される。

[0074] 従って、本実施形態に係る情報処理装置 10 によりノイズが低減された点群情報を用いることにより、出力部 350 は、より適切に変更投影面 42 を決定することができるようになる。

[0075] また、本実施形態に係る情報処理装置 10 により、周辺の立体物をより精度良く検出することができる。そのため、出力部 350 は、点群情報に基づいて、周辺に位置する立体物（車両等）の 3D オブジェクトを、俯瞰画像中に発生させても良い。

[0076] <学習データ取得環境>

（構成例）

図 7 A、図 7 B は、第 1 の実施形態に係る学習用データの取得環境の例を示す図である。フィルタ係数推定モデル（ニューラルネットワーク）341 の学習に用いる学習用テストデータ、及び教師データは、図 7 A に示すように、情報処理装置 700 に接続されるカメラ 712、及び L I D A R 等の位置センサ 714 によって同時に取得する。

[0077] 情報処理装置 700 は、例えば、図 2 に示すような、コンピュータのハードウェア構成を有している。なお、情報処理装置 700 は、図 3 の情報処理装置 10 と同じ情報処理装置であっても良いし、異なる情報処理装置であっても良い。

[0078] カメラ 712 と位置センサ 714 は、例えば、図 7 B に示すように、車両 710 等の移動体に、互いに近接して、かつ同じ方向に向けて設けられている。なお、図 7 A、図 7 B のカメラ（第 2 のカメラ）712 は、図 3 のカメラ 12 と同じカメラであっても良いし、異なるカメラであっても良い。また、位置センサ 714 は、位置センサ 14 と同じ位置センサであっても良いし、異なる位置センサであっても良い。

[0079] （学習データの取得処理）

図 8 は、第 1 の実施形態に係る取得処理の例を示すフローチャートである

。この処理は、図7Aの情報処理装置700が実行する学習用のデータの取得処理の一例を示している。

[0080] ステップS801、S802において、情報処理装置700は、カメラ712が撮影した画像データ701を、ストレージデバイス203等の記憶部に記憶するとともに、位置センサ714が出力する3次元の点群情報（以下、第3の点群情報702と呼ぶ）を、記憶部の別の記憶領域に記憶する。なお、情報処理装置700は、ステップS801、S802の処理を同時に実行し、例えば、タイムスタンプ等により、画像データ701と第3の点群情報702とを同期して出力できるように記憶する。ここで、同期して出力できるように記憶する、とは、情報処理装置700は、画像データ701と第3の点群情報702のそれぞれの取得時刻が対応するものとわかるようにして記憶するものであってもよい。また、取得時刻が対応する、とは、同じ時刻であってもよいし、1秒程度ずれがあっても良い。また、画像データ701、及び第3の点群情報702を記憶する記憶部は、例えば、情報処理装置700が備えるストレージデバイス203等であってもよいし、通信ネットワークを介して、情報処理装置700と通信可能なストレージサーバ等の外部装置であっても良い。

[0081] ステップS803において、情報処理装置700は、処理が終了するまで（例えば、終了指示を受け付けるまで）、ステップS801、S802の処理を繰り返し実行する。

[0082] <学習環境>

（構成例）

図9は、第1の実施形態に係る学習環境の例を示す図である。情報処理装置（学習環境）900は、例えば、図2に示すようなコンピュータのハードウェア構成を有しており、所定のプログラムを実行することにより、図9に示すような機能構成を実現している。例えば、情報処理装置900は、入力部910、第1の取得部920、フィルタ部930、学習制御部940、第2の取得部950、及び差分抽出部960等を有している。なお、上記の各

機能構成のうち、少なくとも一部は、ハードウェアによって実現されるものであっても良い。

[0083] 入力部 910 は、カメラ 712 で撮影した画像データ（動画データ） 701 を取得し、第 1 の取得部 920、及び学習制御部 940 等に出力する。

[0084] 第 1 の取得部 920 は、図 3 の取得部 320 と同様の構成を有しており、入力部 910 が取得した画像データに、VSLAM 処理を行うことにより、3 次元の位置情報を表す第 1 の点群情報を取得する取得処理を実行する。なお、第 1 の取得部 920 の内部構成は、図 3 で説明した取得部 320 と同様なので、ここでは説明を省略する。

[0085] フィルタ部 930 は、図 3 のフィルタ部 330 と同様の構成を有しており、1 つ以上のフィルタを用いて、第 1 の取得部 920 が VSLAM 処理で取得した第 1 の点群情報のノイズを低減した第 2 の点群情報 335 を出力するフィルタ処理を実行する。なお、フィルタ部 930 の内部構成は、図 3 で説明したフィルタ部 330 と同様なので、ここでは説明を省略する。

[0086] 第 2 の取得部 950 は、位置センサ 714 で取得した 3 次元の位置情報を表す第 3 の点群情報 702 を取得し、差分抽出部 960 に出力する。

[0087] 差分抽出部 960 は、第 2 の取得部 950 が取得した第 3 の点群情報 702 を教師データとして、第 3 の点群情報 702 と、フィルタ部 930 が出力する第 2 の点群情報 335 とでスキャンマッチングを行い、差分を抽出する。ここでスキャンマッチングとは、ICP (Iterative Closest Point) や NDT (Normal Distribution Transform) 等のアルゴリズムを用いた点群位置合わせを行う手法である。この手法により、2 つの点群間における、対応する点の位置の相違を距離として求め、その距離の総和を差分として求めることが出来る。例えば、差分抽出部 960 は、第 3 の点群情報 702 と、第 2 の点群情報 335 とについてスキャンマッチングを行い、第 3 の点群情報と第 2 の点群情報 335 との差分を学習制御部 940 に出力する。

[0088] 学習制御部 940 は、画像データ 701 を含む学習用テストデータと、第 3 の点群情報 702 による教師データとを用いて、差分抽出部 960 の出力

である差分が閾値以下となるフィルタ係数と学習用テストデータとの関係を、ニューラルネットワーク（以下、NN941と呼ぶ）に学習させる。

[0089] 図9の例では、学習制御部940は、学習用テストデータとして、入力部910が取得した画像データ701、特徴量抽出部321が出力する特徴数、及びマッチング部322が出力するマッチング数を、NN941に入力している。ただし、これに限られず、学習用テストデータには、例えば、車両710から取得した車両情報等が含まれていても良い。

[0090] 学習制御部940は、1つ目の第1の点群情報に対し、最初、フィルタ係数342～345に与える数値を、例えば、無作為に選択する。そして学習制御部940は、差分抽出部960の出力である差分が小さくなる傾向を掴めるまでフィルタ処理の試行を繰り返す。そのうちにNN941は、差分抽出部960の出力である差分が小さくなるフィルタ係数342～345の傾向を学習していく。

[0091] その後、差分抽出部960の出力である差分が閾値以下に到達したら、次のフレームの画像データ701による第1の点群情報に対し、同じ処理を実施する。そうして、これを繰り返すうちに、NN941は、差分抽出部960の出力である差分が小さくなるフィルタ係数342～345と、学習用テストデータが持つ特徴との相関関係を学習していく。これにより、情報処理装置900は、観測データ（画像データ、特徴数、及びマッチング数）に応じて、第3の点群情報702と第2の点群情報335との差分が閾値以下となる1つ以上のフィルタ係数を出力する、学習済のフィルタ係数推定モデル341を作成することができる。

[0092] （学習処理）

図10は、第1の実施形態に係る学習処理の例を示すフローチャートである。この処理は、図9の情報処理装置900が実行するNN941の学習処理の一例を示している。

[0093] ステップS1001において、入力部910は、カメラ712で撮影した画像データ701を取得する。また、ステップS1002において、第2の

取得部 950 は、ステップ S1001 の処理と同期して、L I D A R 等の位置センサ 714 で取得した第 3 の点群情報 702 を取得する。例えば、入力部 910、及び第 2 の取得部 950 は、画像データ 701 及び第 3 の点群情報 702 のタイムスタンプ等を参照して、情報処理装置 700 は取得時刻が対応する画像データ 701 及び第 3 の点群情報 702 を取得する。

[0094] ステップ S1003 において、第 1 の取得部 920 の特徴量抽出部 321 は、入力部 910 から取得した画像データ 701 の複数のフレームから特徴量を抽出する特徴量抽出処理を実行し、抽出した特徴量をマッチング部 322 に出力する。また、特徴量抽出部 321 は、抽出した特徴量の数を示す特徴数を、学習制御部 940 に出力する。

[0095] ステップ S1004 において、第 1 の取得部 920 のマッチング部 322 は、特徴量抽出部 321 が抽出した特徴量を用いて、複数のフレーム間の対応する点を特定するマッチング処理を実行し、マッチング結果を自己位置推定部 323 等へ出力する。また、マッチング部 322 は、マッチング処理で得られたマッチング数を、学習制御部 940 に出力する。

[0096] ステップ S1005 において、第 1 の取得部 920 の自己位置推定部 323、3 次元復元部 324、及び補正部 327 は、マッチング部 322 が出力するマッチング結果に基づいて、3 次元復元と自己位置推定処理を実行する。

[0097] 上記の処理により、第 1 の取得部 920 は、カメラ 12 で撮影した画像データに、V S L A M 処理を行い、3 次元の位置情報を表す第 1 の点群情報を取得することができる。

[0098] ステップ S1006 において、学習制御部 940 は、入力部 910 から取得した画像データ 701、特徴量抽出部 321 から取得した特徴数、及びマッチング部 322 から取得したマッチング数を、学習用テストデータとして、N N 941 に入力する。また、学習制御部 940 は、差分抽出部 960 が出力する、第 2 の取得部 950 が取得した第 3 の点群情報 702 と、フィルタ部 930 が出力する第 2 の点群情報との差分を、N N 941 に入力する。

さらに、学習制御部940は、フィルタ係数342～345に与える数値を、最初は、例えば無作為に選択する。

[0099] ステップS1007において、フィルタ部330の空間外れ値除去部331は、NN941が出力する1つ以上のフィルタ係数（例えば、係数a～c）を用いて、空間外れ値除去処理を実行する。

[0100] ステップS1008において、フィルタ部330の空間平滑化処理部332は、NN941が出力する1つ以上のフィルタ係数（例えば、係数d、e）を用いて、空間平滑化処理を実行する。

[0101] ステップS1009において、フィルタ部330の時間外れ値補正部333は、NN941が出力する1つ以上のフィルタ係数（例えば、係数f～j）を用いて、時間外れ補正処理を実行する。

[0102] ステップS1010において、フィルタ部330の時間平滑化処理部334は、NN941が出力する1つ以上のフィルタ係数（例えば、係数k、l）を用いて、時間平滑化処理を実行する。

[0103] ステップS1011において、差分抽出部960は、第2の取得部950が取得した第3の点群情報702と、フィルタ部930が出力する第2の点群情報335とをスキャンマッチングする。また、差分抽出部960は、スキャンマッチング後の各対応点の差（距離誤差）の総和を、学習制御部940に出力する。

[0104] ステップS1012において、差分抽出部960の出力である差分が閾値以下でない場合、情報処理装置900は、処理をステップS1006に戻す。この場合、学習制御部940は、フィルタ係数342～345に与える数値としてまだ選択していない数値を選択し、ステップS1007～S1011を実行する。学習制御部940は、差分抽出部960の出力である差分が閾値以下となるまで、この処理を繰り返す。これにより、NN941は、差分抽出部960の出力である差分が小さくなるフィルタ係数342～345の傾向を学習する。一方、差分抽出部960の出力である差分が閾値以下である場合、情報処理装置900は、処理をステップS1013に移行させる。

。

[0105] ステップS 1 0 1 3において、画像データ7 0 1の最終フレームまで達していない場合、情報処理装置9 0 0は、処理をステップS 1 0 0 1、S 1 0 0 2に戻す。ステップS 1 0 0 1及びS 1 0 0 2では、次のフレームの画像データ7 0 1、及び第3の点群情報7 0 2を取得し、ステップS 1 0 0 3からS 1 0 0 5の処理により、次の画像データ7 0 1に基づく第1の点群情報を得る。そして、この次の画像データ7 0 1に基づく第1の点群情報に対し、ステップS 1 0 0 6からS 1 0 1 2の処理を、ステップS 1 0 1 2で差分抽出部9 6 0の出力である差分が閾値以下であると判定されるまで繰り返す。これにより、NN 9 4 1は、差分抽出部9 6 0の出力である差分が小さくなるフィルタ係数3 4 2～3 4 5と、学習用テストデータが持つ特徴との相関関係を学習する。一方、画像データ7 0 1の最終フレームまで達した場合、情報処理装置9 0 0は、図1 0の処理を終了する。

[0106] 上記の処理により、情報処理装置9 0 0は、NN 9 4 1を学習し、学習済のフィルタ係数推定モデル3 4 1を得ることができる。

[0107] 以上、第1の実施形態によれば、V S L A M処理で出力する点群情報に適用する1つ以上のフィルタのフィルタ係数を適切に設定できるようになる。

[0108] [第2の実施形態]

図1 0で説明した情報処理装置9 0 0が実行する学習処理は、クラウドサーバ等で実行しても良い。

[0109] 図1 1は、第2の実施形態に係る情報処理システムのシステム構成の例を示す図である。図1 1の例では、情報処理システム1 1 0 0は、例えば、インターネット等の通信ネットワーク1 1 0 2に接続するクラウドサーバ1 1 0 1と、カメラ7 1 2、位置センサ7 1 4、及び情報処理装置7 0 0を備える複数の車両7 1 0 a、7 1 0 b、・・・と、を含む。なお、以下の説明において、複数の車両7 1 0 a、7 1 0 b、・・・のうち、任意の車両を示す場合、「車両7 1 0」を用いる。

[0110] 車両7 1 0が備える情報処理装置7 0 0は、例えば、図2に示すようなコ

ンピュータの構成を有しており、通信装置 207 を用いて、無線通信で通信ネットワーク 1102 に接続し、クラウドサーバ 1101 と通信することができる。また、情報処理装置 700 は、図 7A で説明したように、カメラ 712 が撮影した画像データ 701、及び L I D A R 等の位置センサ 714 が取得した 3 次元の第 3 の点群情報 702 を取得することができる。

[0111] クラウドサーバ 1101 は、複数のコンピュータを含むシステムであり、複数の車両 710a、710b、・・・から取得した画像データ 701、及び第 3 の点群情報 702 を用いて、例えば、図 10 で説明したような学習処理を実行することができる。

[0112] 図 12 は、第 2 の実施形態に係る情報処理システムの処理の概要について説明するための図である。

[0113] (車両側の処理)

複数の車両 710a、710b、・・・の各々は、一例として、図 12 のステップ S1201～S1205 に示すような車両側の処理を実行する。

[0114] ステップ S1201 において、情報処理装置 700 は、所定のタイミングで、出力装置 206 等に、「クラウド連携サービスを受けますか?」、又は「品質向上に協力頂けますか?」等のメッセージを表示する。このように、情報処理装置 700 は、クラウドサーバ 1101 との通信（以下、クラウド通信と呼ぶ）をオン（有効）にする前に、ユーザの同意を得ることが望ましい。

[0115] ユーザの同意が得られた場合、情報処理装置 700 は、ステップ S1102 において、クラウド通信をオンに設定し、クラウドサーバ 1101 との通信を開始する。一方、ユーザの同意が得られない場合、クラウド通信をオフのまま維持する。

[0116] ステップ S1203 において、情報処理装置 700 は、カメラ 712 で撮影した画像データ 701、及び L I D A R 等の位置センサ 714 で取得した 3 次元の第 3 の点群情報 702 を取得する。ここで、クラウド通信がオンである場合、情報処理装置 700 は、取得した画像データ 701、及び第 3 の

点群情報 702 をクラウドサーバ 1101 に送信する。

[0117] ステップ S1204 において、車両 710 が備える ECU、又は情報処理装置 700 は、取得した画像データ 701、及び第 3 の点群情報 702 を用いて、例えば、アクセル、ブレーキ、又はハンドル等の操作を支援する運転支援処理を実行する。或いは、車両 710 が備える ECU、又は情報処理装置 700 は、取得した画像データ 701、及び第 3 の点群情報 702 を用いて、自動運転処理等を実行するものであっても良い。

[0118] ここで、クラウド通信がオンである場合、情報処理装置 700 は、運転支援処理等のログを、クラウドサーバ 1101 に送信する。これにより、クラウドサーバ 1101 から、インセンティブとして、例えば、運転支援機能等のアップデートが提供された場合、情報処理装置 700 は、提供されたアップデートを利用して、運転支援機能等を更新する。

[0119] また、クラウド通信がオンである場合、例えば、ステップ S1105 において、クラウドサーバ 1101 からインセンティブとしてサービス情報が提供された場合、情報処理装置 700 は、提供されたサービス情報を、出力装置 206 等に表示しても良い。

[0120] 上記の処理により、ユーザの同意が得られた場合、クラウドサーバ 1101 は、複数の車両 710a、710b、・・・から、画像データ 701、及び第 3 の点群情報 702 を収集することができる。また、クラウド通信をオンにすることにより、ユーザはインセンティブが得られるため、より多くの車両 710 から、画像データ 701、及び第 3 の点群情報 702 を収集することができるようになる。

[0121] (クラウドサーバ側の処理)

クラウドサーバ 1101 は、一例として、図 12 のステップ S1211、及び S1212 に示すようなクラウドサーバ側の処理を実行する。

[0122] ステップ S1211 において、クラウドサーバ 1101 は、1 つ以上の車両 710 が送信する画像データ 701、及び第 3 の点群情報 702 を受信し、学習データベース等に記憶するデータ収集処理を実行する。

- [0123] 好ましくは、クラウドサーバ1101は、車両710から送信される運転支援機能のログを受信し、受信したログ、画像データ701、第3の点群情報702及びログに基づいて、車両710の運転支援機能の分析、改良を行い、運転支援機能をアップデートしても良い。
- [0124] また、クラウドサーバ1101は、例えば、交通情報、周辺情報等を収集して、サービス情報を作成し、画像データ701、及び第3の点群情報702を送信した車両710に、作成したサービス情報を提供しても良い。
- [0125] ステップS1212において、クラウドサーバ1101は、学習データベースに蓄積された画像データ701、及び第3の点群情報702を用いて、例えば、図10に示すような学習処理を実行し、学習済のNN（例えば、フィルタ係数推定モデル341）を作成する。なお、クラウドサーバ1101は、ステップS1211において、画像データ701、及び第3の点群情報702を送信した車両710に、新たに学習した学習済のNNを提供しても良い。また、画像データ701、及び第3の点群情報702を送信した車両710とは異なる車両に学習済のNNを提供しても良い。また、クラウドサーバ1101は、画像データ701、及び第3の点群情報702を送信した車両710とは異なる車両に学習済のNNを予め搭載しても良い。また、学習済のNNが予め搭載またはクラウドサーバにより提供される対象が、移動機能を有するロボットやドローン、重機、航空機、船舶、鉄道の車両といった移動体であっても良い。
- [0126] 以上、本発明の各実施形態によれば、VSLAM処理で出力する点群情報に適用する1つ以上のフィルタのフィルタ係数を適切に設定できるようになる。

符号の説明

- [0127] 1、710 車両
- 10 情報処理装置
- 12 カメラ（第1のカメラ）
- 320 取得部

3 3 0	フィルタ部
3 4 0	設定部
3 4 1	フィルタ係数推定モデル
7 0 0	情報処理装置
7 0 2	第3の点群情報
7 1 2	カメラ（第2のカメラ）
7 1 4	位置センサ
9 0 0	情報処理装置（学習環境）
9 2 0	第1の取得部
9 3 0	フィルタ部
9 4 0	学習制御部
9 5 0	第2の取得部
1 1 0 0	情報処理システム

請求の範囲

- [請求項1] 第1のカメラで撮影した画像データを用いて3次元の位置情報を表す第1の点群情報を取得する取得部と、
- 1つ以上のフィルタを用いて前記第1の点群情報のノイズを低減した第2の点群情報を出力するフィルタ部と、
- 第2のカメラで撮影した画像データを含む学習用テストデータと、位置センサで取得した3次元の位置情報を表す第3の点群情報による教師データとを用いて予め学習したフィルタ係数推定モデルと、前記第1のカメラで撮影した画像データを含む観測データとを用いて、前記1つ以上のフィルタのフィルタ係数を設定する設定部と、
- を有する、情報処理装置。
- [請求項2] 前記フィルタ係数推定モデルは、前記第2の点群情報と前記教師データとの差分が閾値以下となる前記1つ以上のフィルタのフィルタ係数を学習済のニューラルネットワークである、請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項3] 前記取得部は、Visual SLAMを用いて前記第1の点群情報を取得する、請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項4] 前記学習用テストデータ、及び前記観測データは、Visual SLAMの特微量の抽出処理で抽出した特微量の数を含む、請求項2に記載の情報処理装置。
- [請求項5] 前記学習用テストデータ、及び前記観測データは、Visual SLAMのマッチング処理におけるマッチングの数を含む、請求項2又は3に記載の情報処理装置。
- [請求項6] 前記学習用テストデータ、及び前記観測データは、車両を用いて取得され、当該車両の車両情報を含む、請求項1乃至5のいずれか一項に記載の情報処理装置。
- [請求項7] 前記車両情報は、前記車両の車速情報、ギア情報、又はユーザによって選択された駐車モードの情報を含む、請求項6に記載の情報処理

装置。

[請求項8] 前記学習用テストデータ、及び前記教師データは、車両を用いて取得され、前記位置センサは、当該車両に搭載されたL I D A Rを含む、請求項1乃至7のいずれか一項に記載の情報処理装置。

[請求項9] カメラで撮影した画像データを用いて3次元の位置情報を表す第1の点群情報を取得する第1の取得部と、

1つ以上のフィルタを用いて前記第1の点群情報のノイズを低減した第2の点群情報を出力するフィルタ部と、

位置センサで取得した前記3次元の位置情報を表す第3の点群情報を取得する第2の取得部と、

前記画像データを含む学習用テストデータと、前記第3の点群情報による教師データとを用いて、前記第2の点群情報と前記教師データとの差分が閾値以下となる前記1つ以上のフィルタのフィルタ係数を出力するようにフィルタ係数推定モデルを学習する学習制御部と、
を有する、情報処理システム。

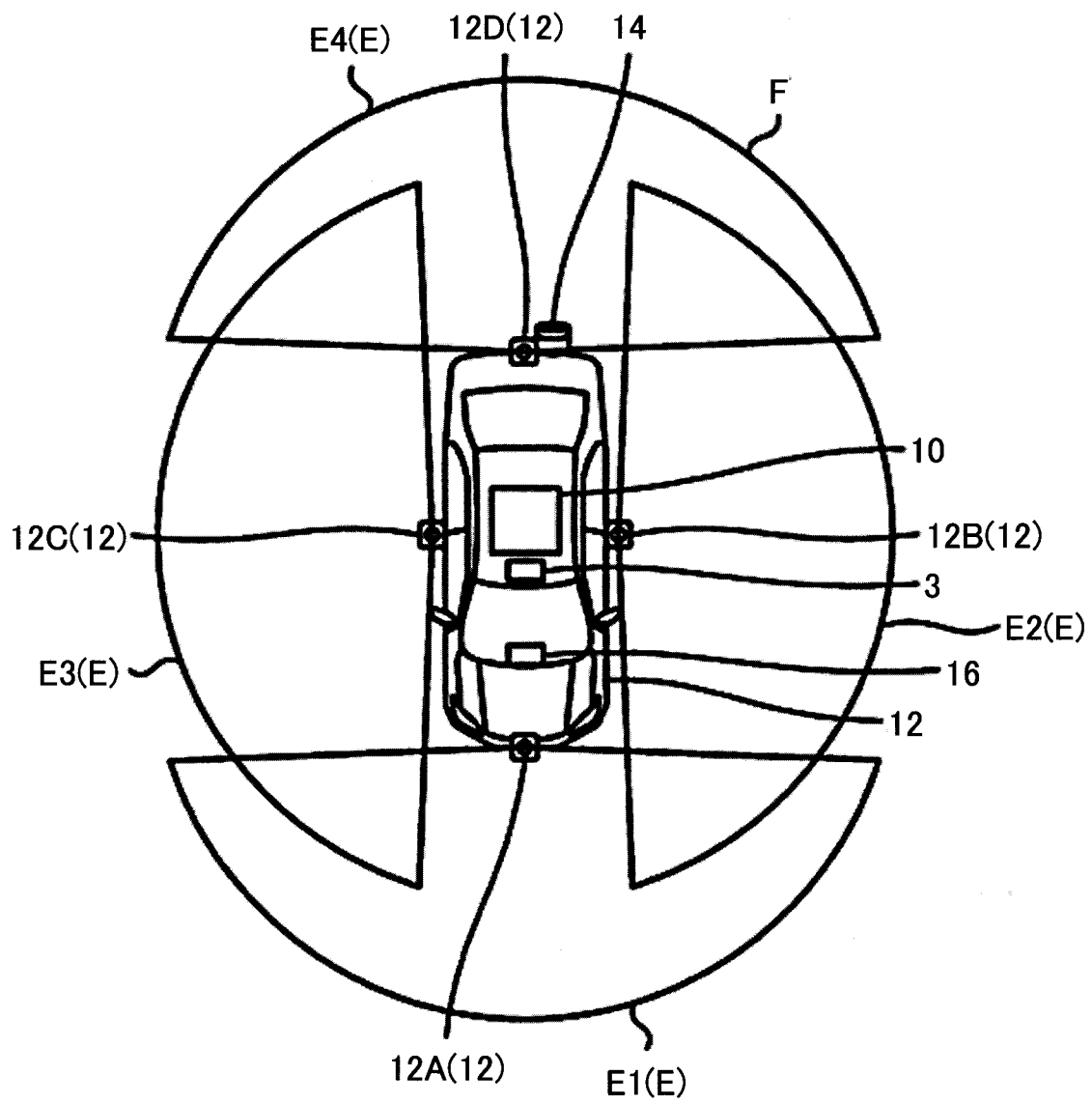
[請求項10] 情報処理装置が、

第1のカメラで撮影した画像データを用いて3次元の位置情報を表す第1の点群情報を取得する取得処理と、

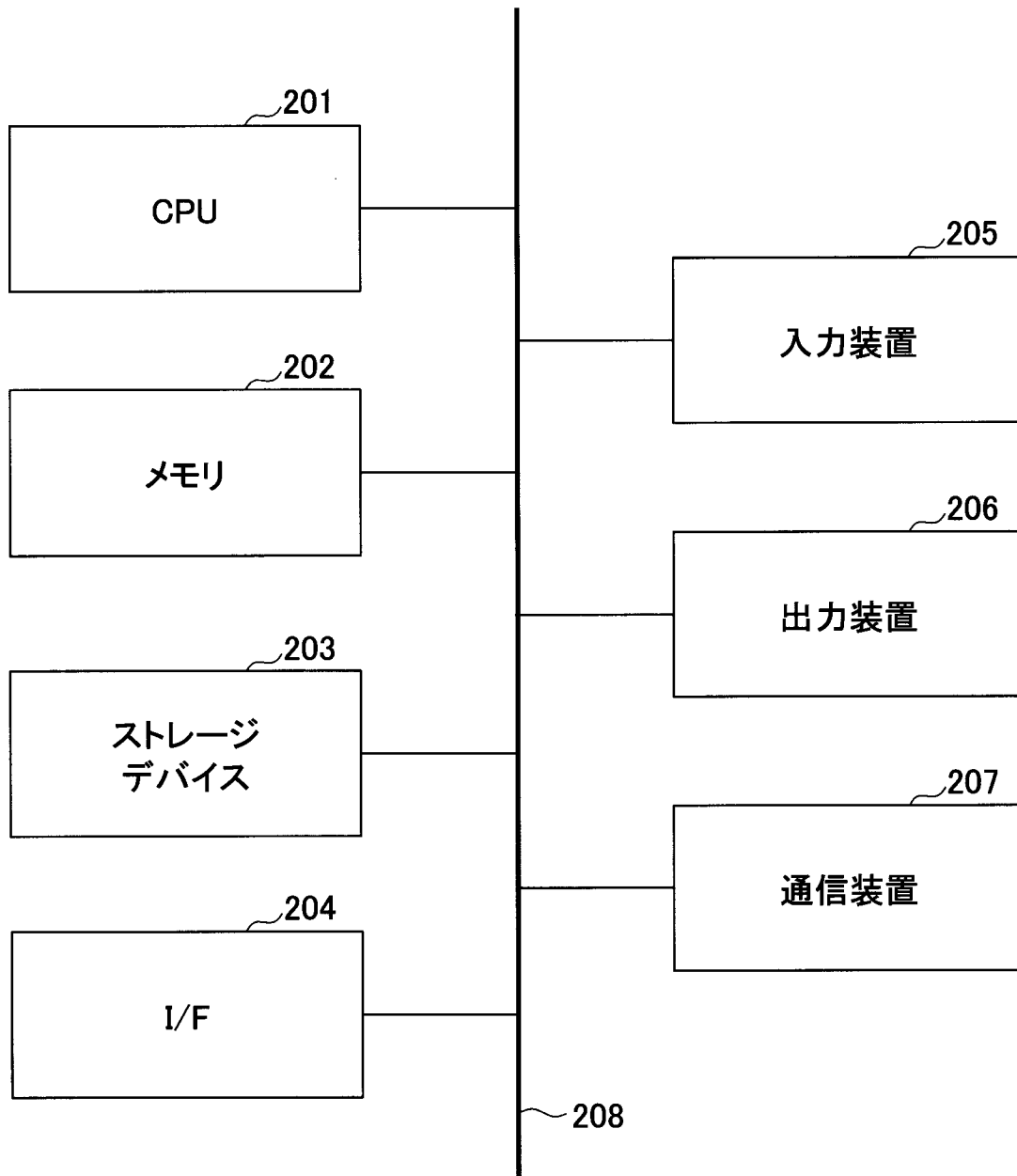
1つ以上のフィルタを用いて前記第1の点群情報のノイズを低減した第2の点群情報を出力するフィルタ処理と、

第2のカメラで撮影した画像データを含む学習用テストデータと、位置センサで取得した3次元の位置情報を表す第3の点群情報による教師データとを用いて予め学習したフィルタ係数推定モデルと、前記第1のカメラで撮影した画像データを含む観測データとを用いて、前記1つ以上のフィルタのフィルタ係数を設定する設定処理と、
を実行する、情報処理方法。

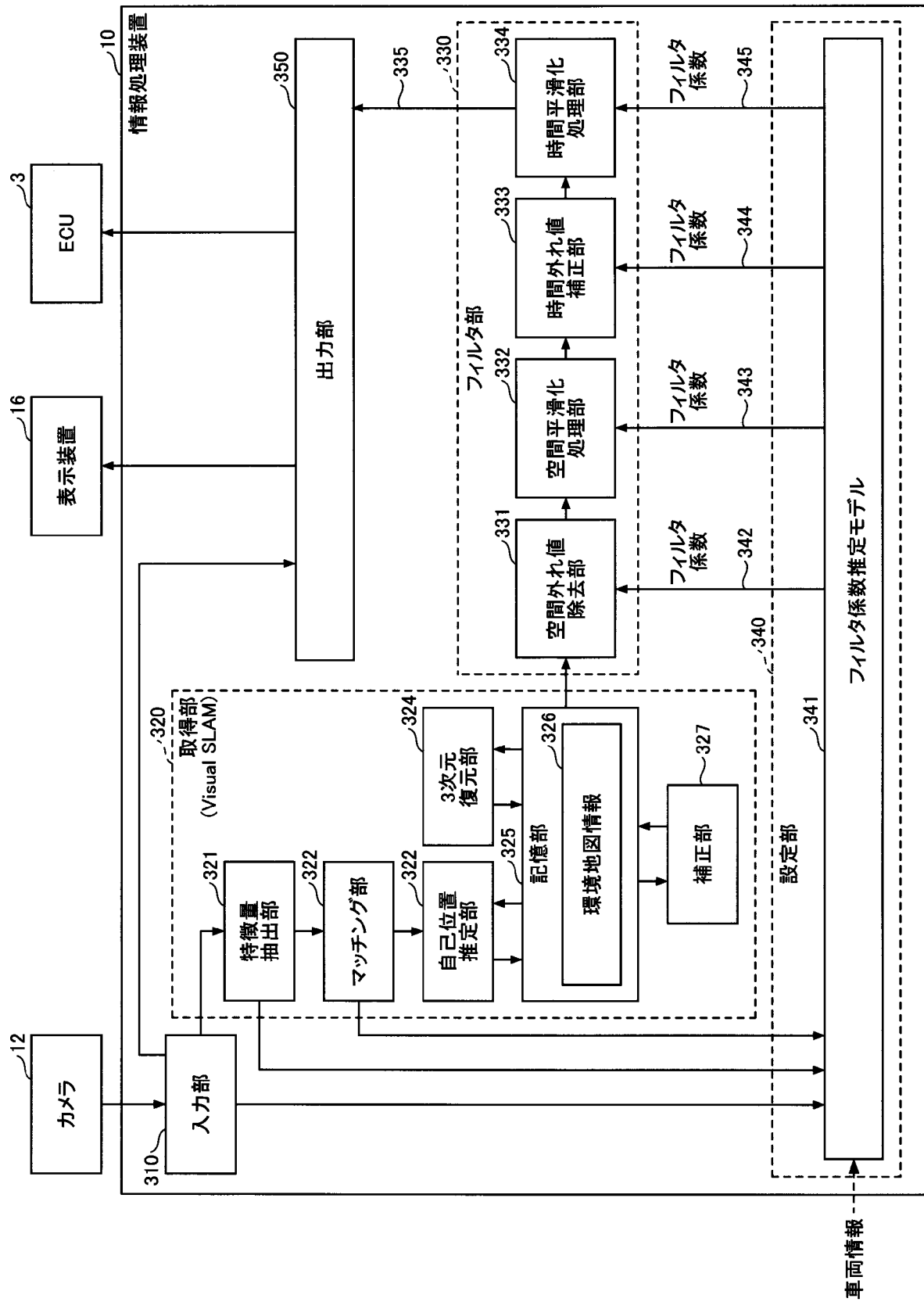
[図1]



[図2]

10

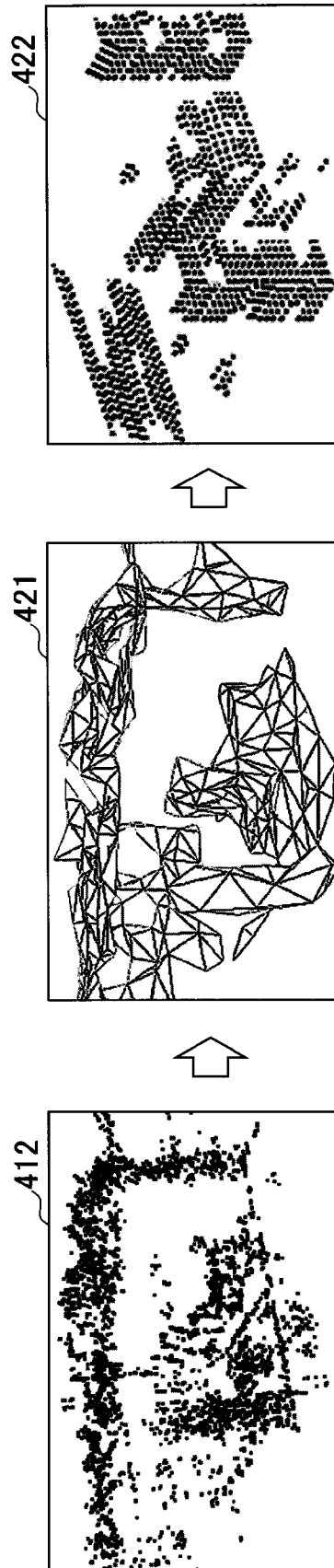
[図3]



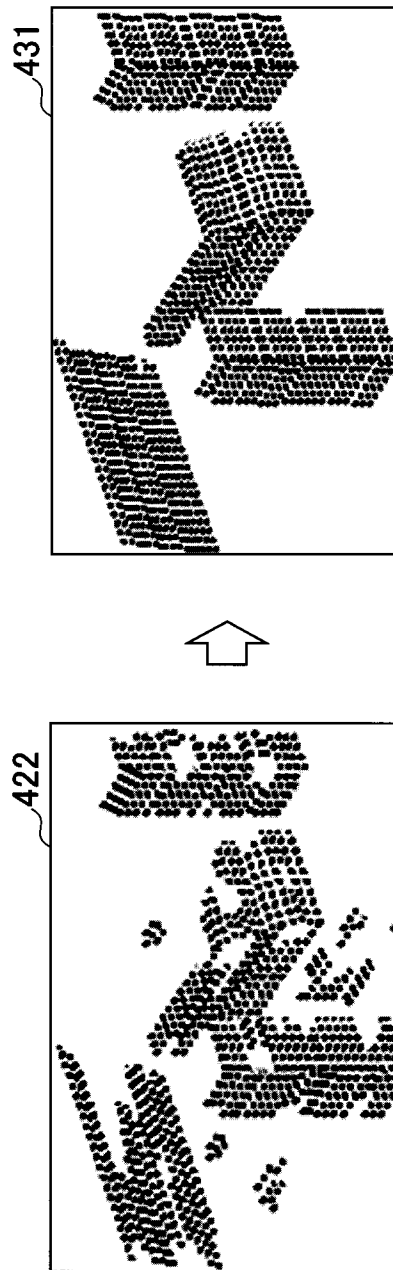
[図4A]



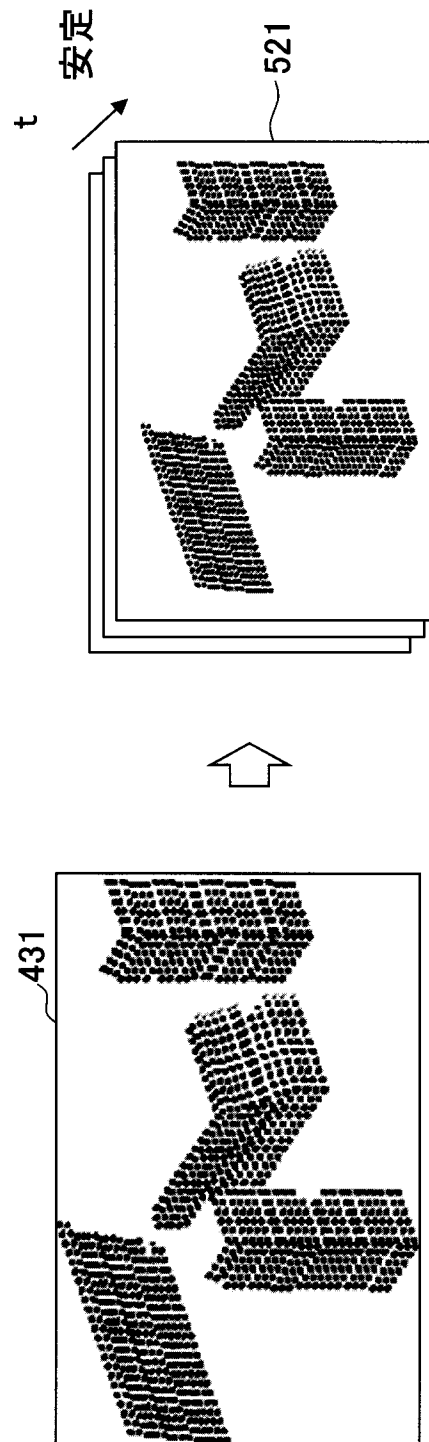
[図4B]



[図4C]



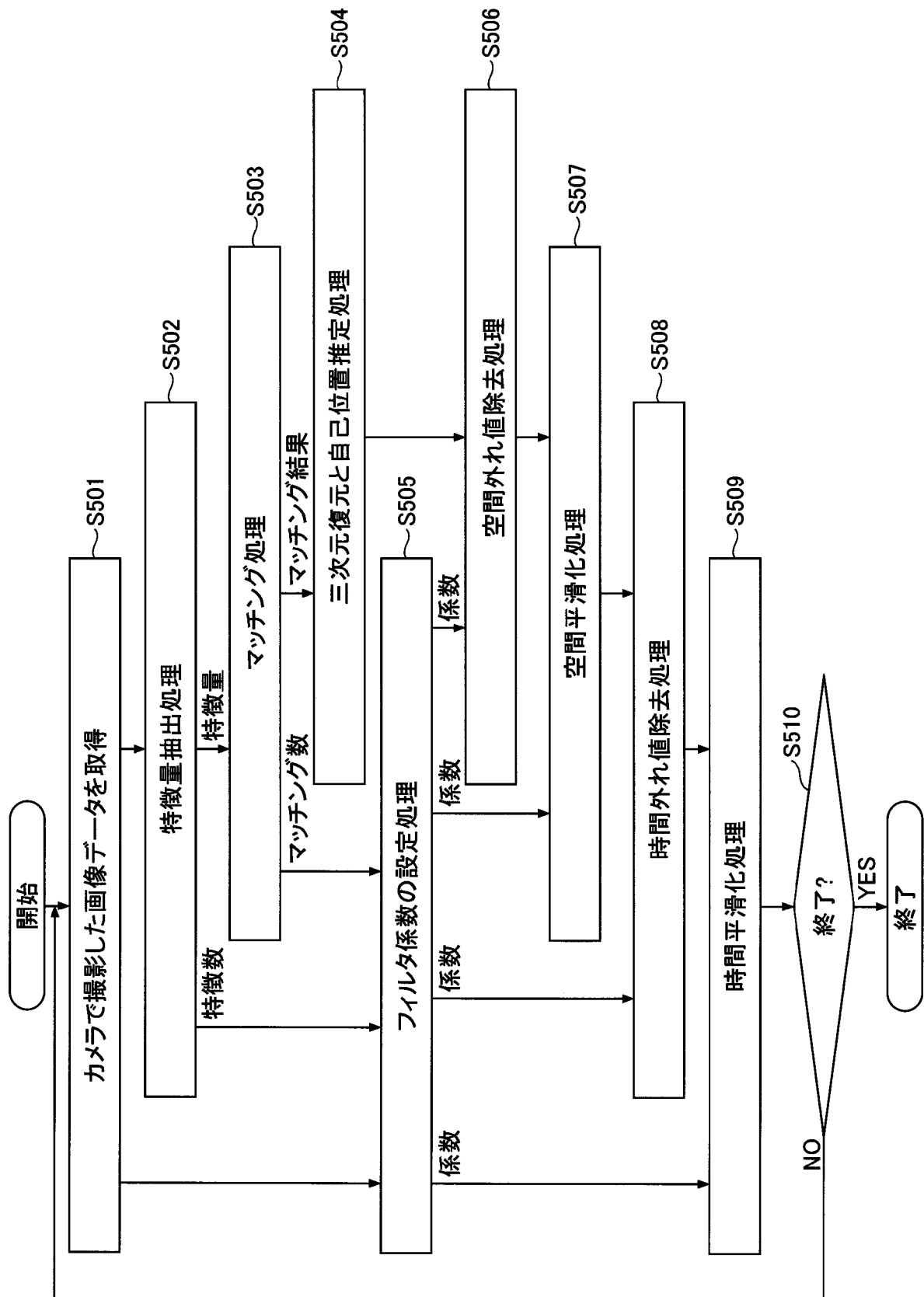
[図4D]



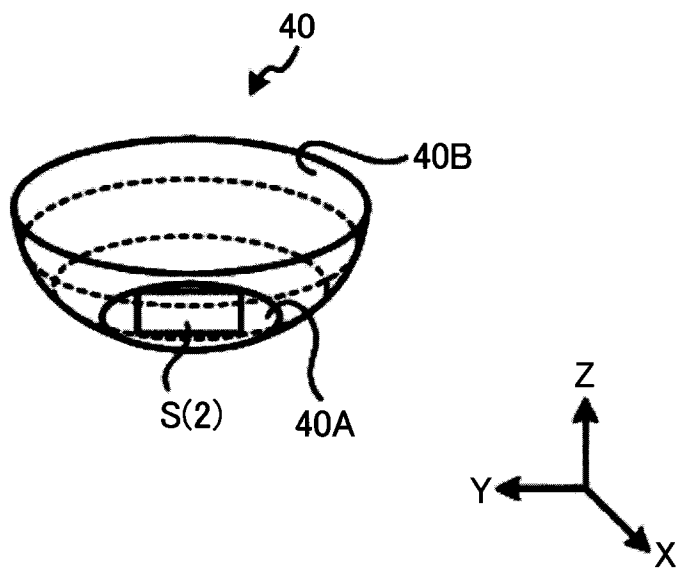
[図4E]

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
シーンA:	50	1.0	2	2000	4	10	10	4	2	3	4	5 ※強NR
シーンB:	10	0.1	0	1000	2	20	5	3	1	2	3	3 ※弱NR

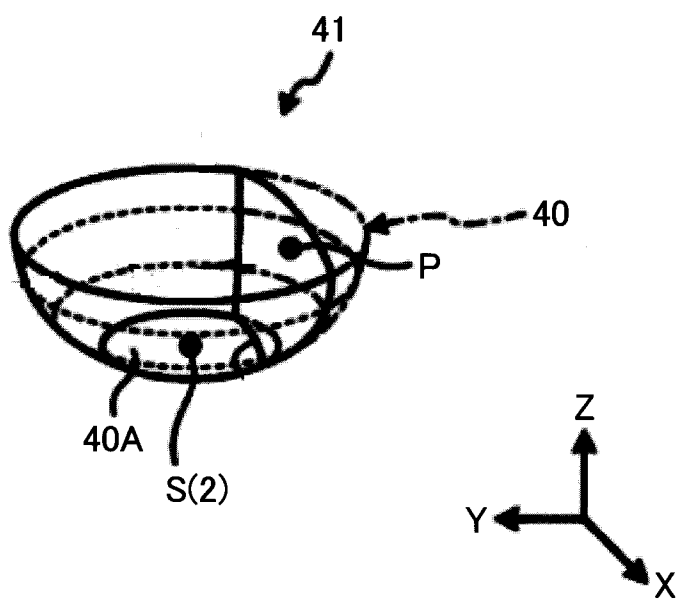
[図5]



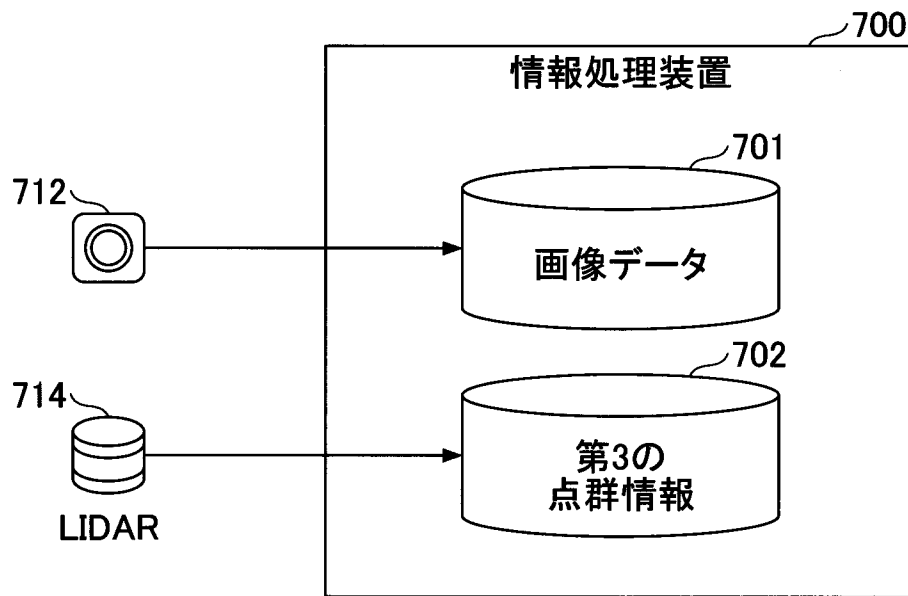
[図6A]



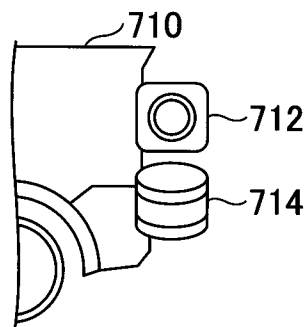
[図6B]



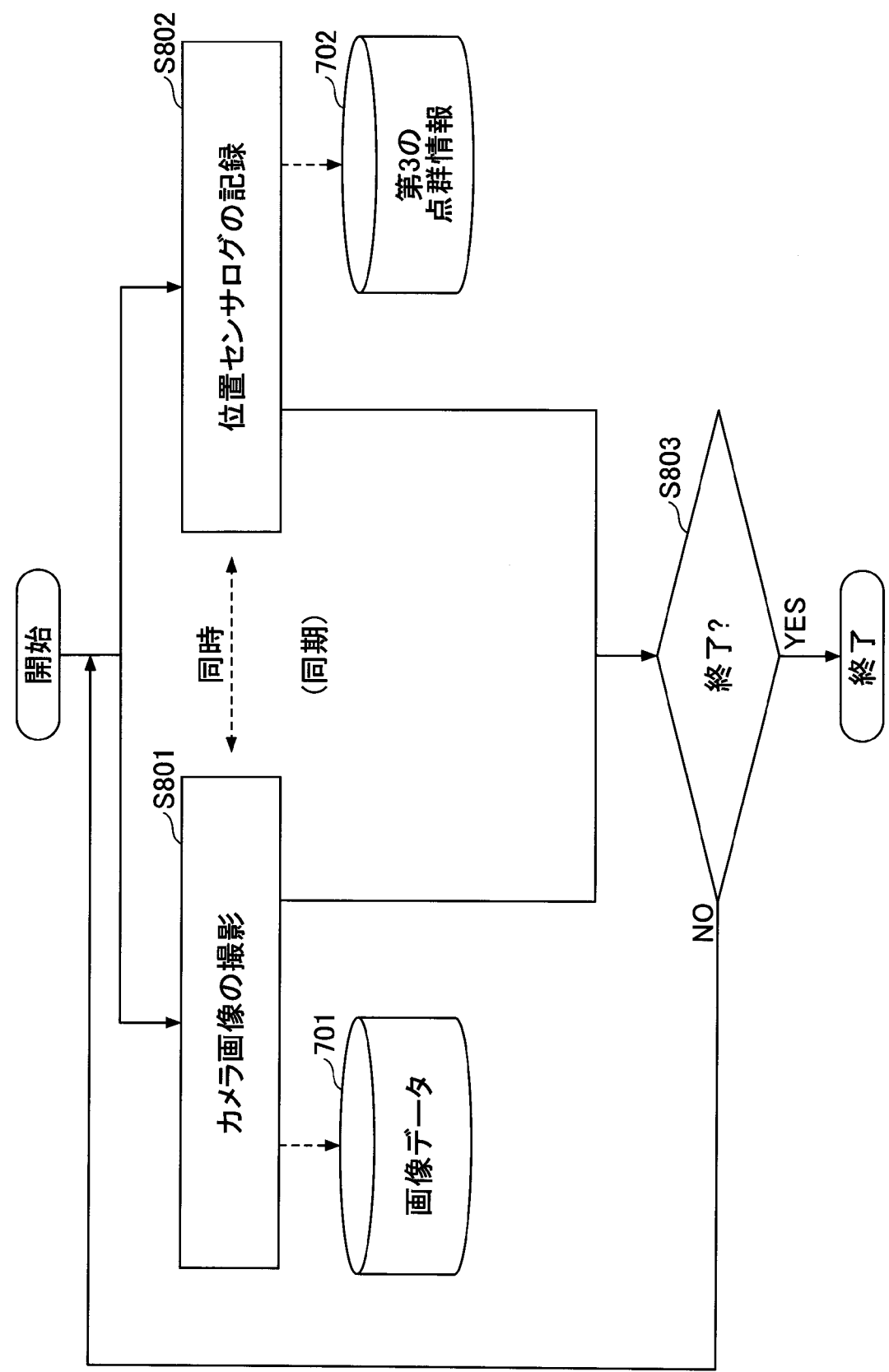
[図7A]



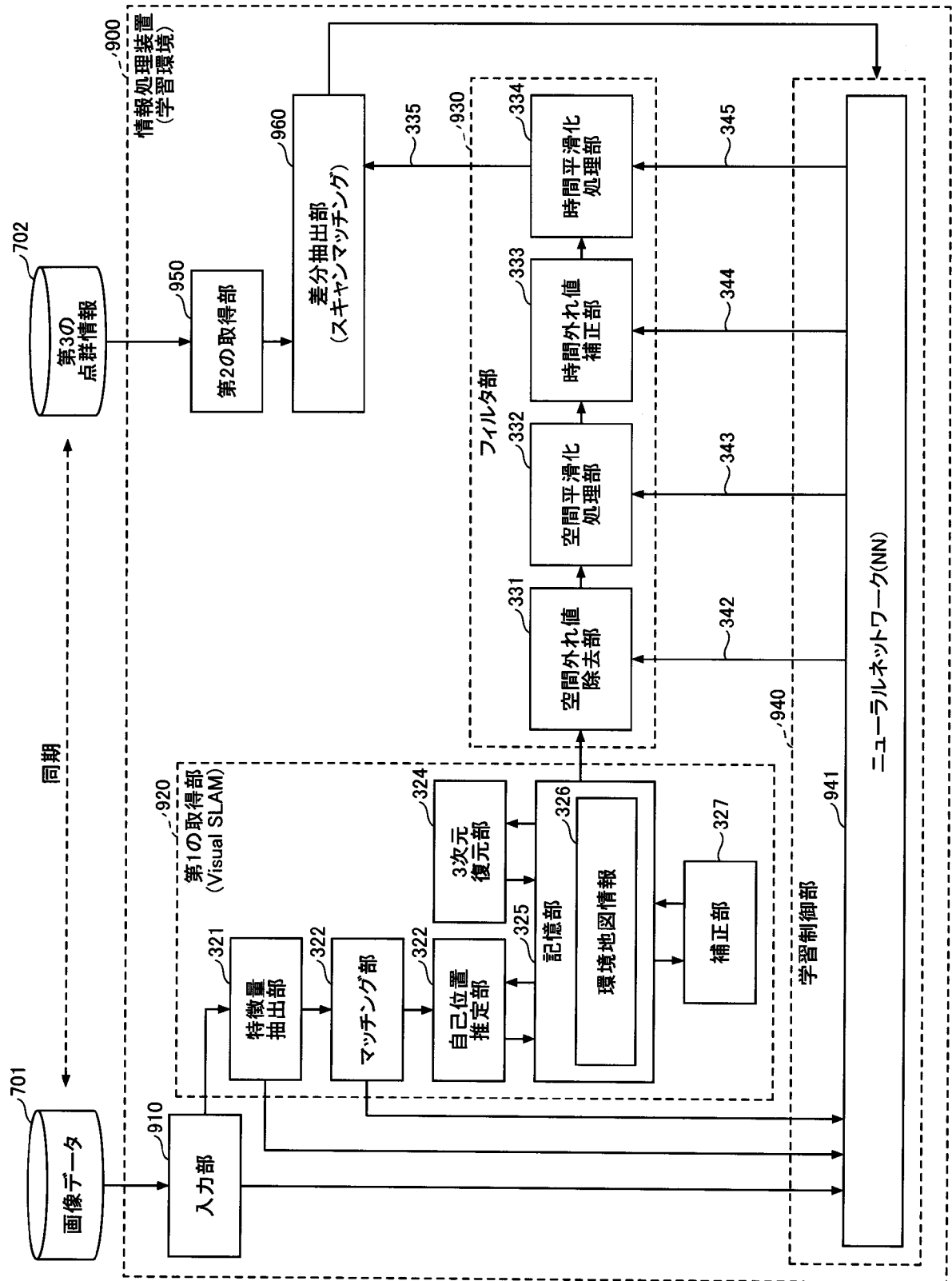
[図7B]



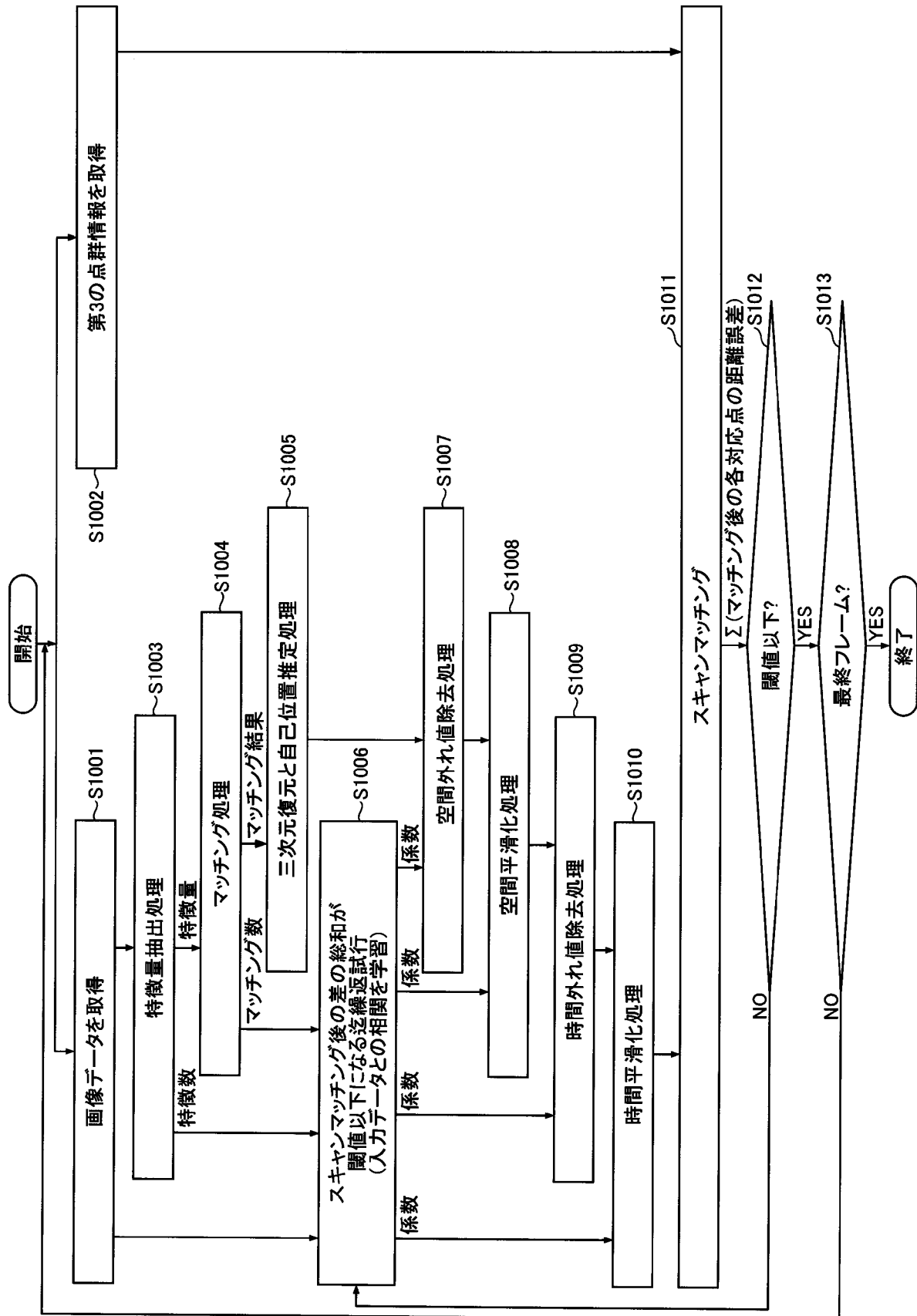
[図8]



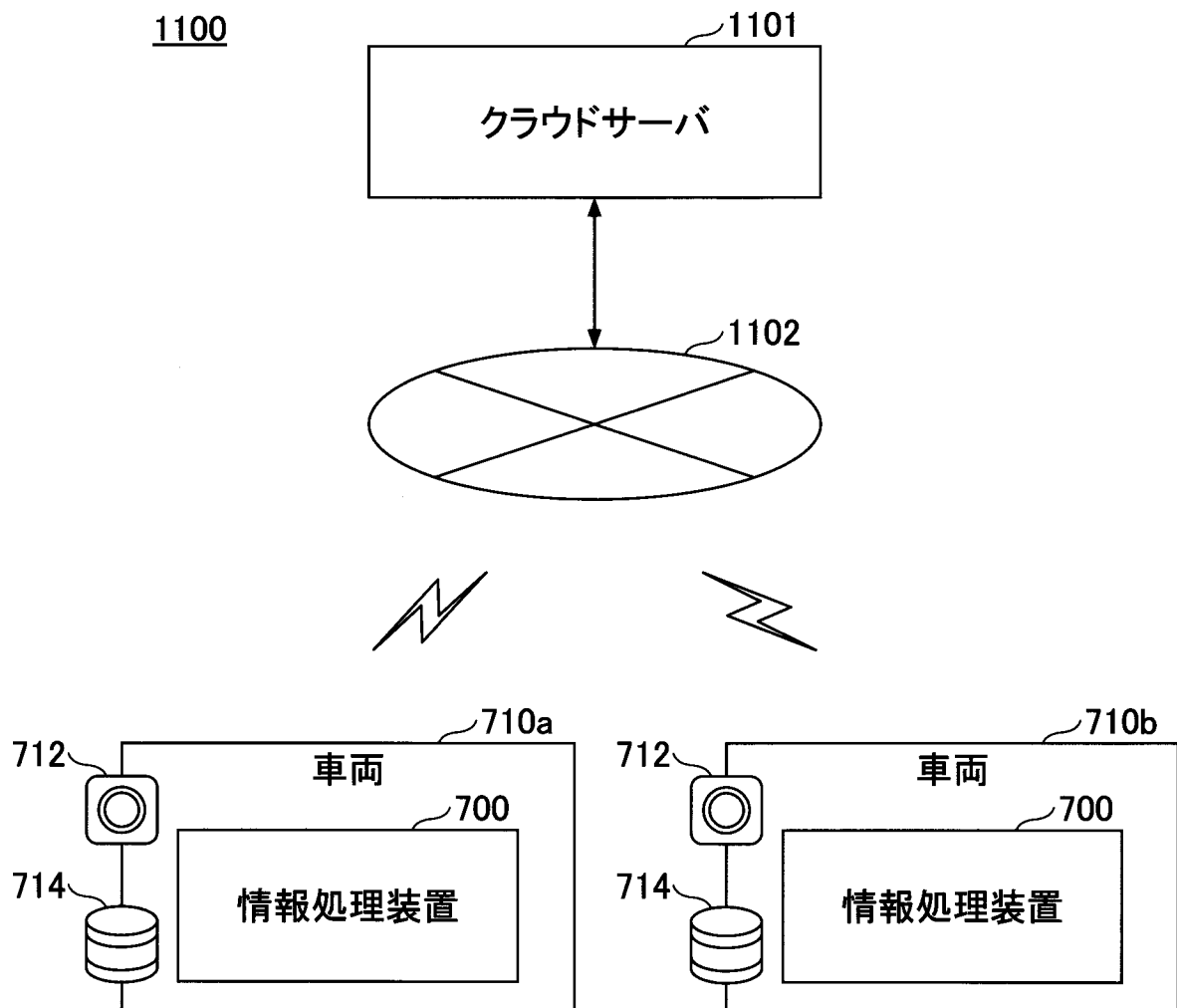
[図9]



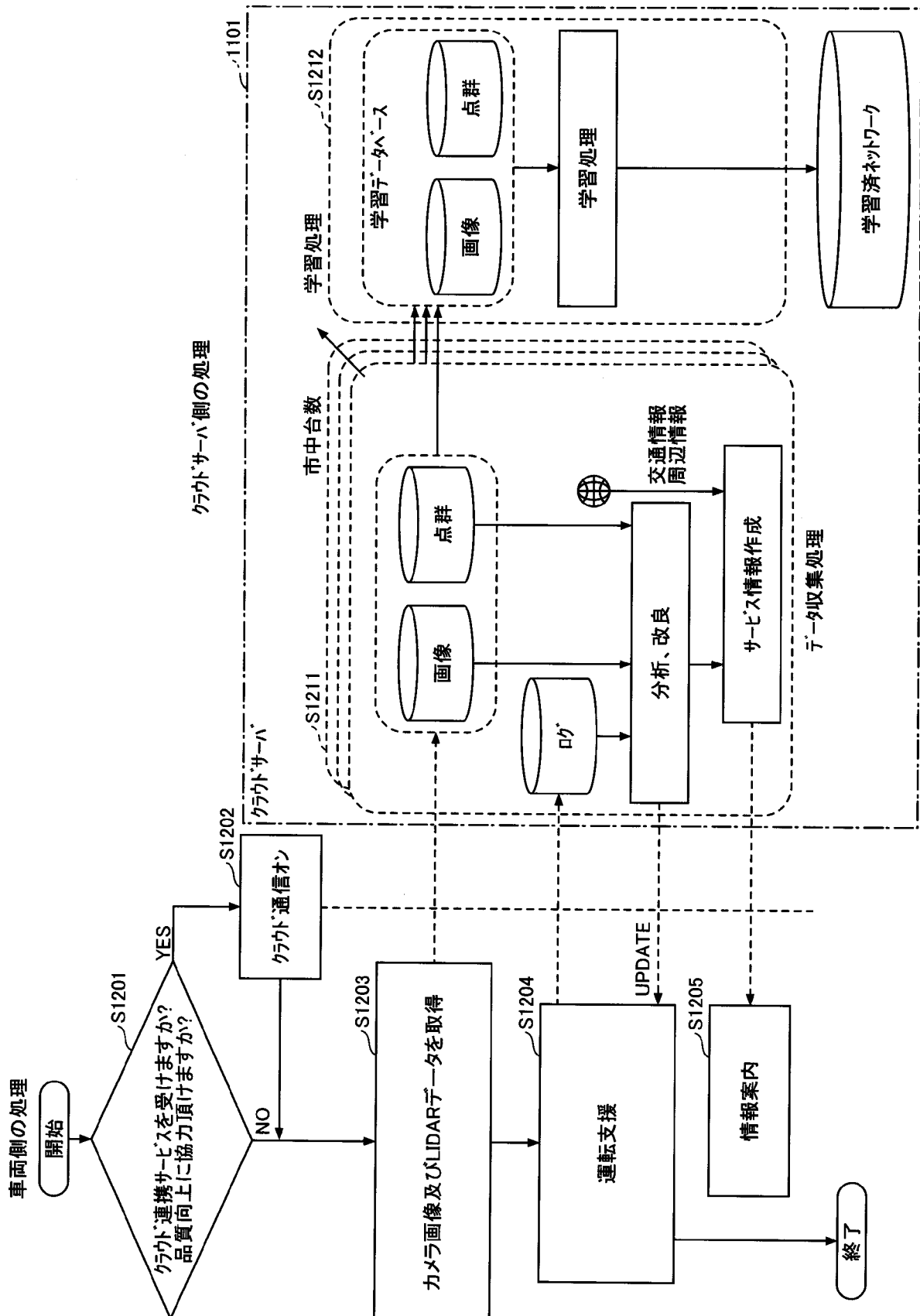
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/008457

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C 11/02(2006.01)i; G01C 7/04(2006.01)i; G01C 21/26(2006.01)i; G05D 1/02(2020.01)i; G01B 11/00(2006.01)n

FI: G01C11/02; G01C7/04; G01C21/26 C; G05D1/02 K; G01B11/00 H

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)

G01C11/02; G01C7/04; G01C21/26; G05D1/02; G01B11/00

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.
A	JP 2010-273112 A (FUJIFILM CORP) 02 December 2010 (2010-12-02) entire text, all drawings	1-10
A	WO 2018/235219 A1 (NEC CORP) 27 December 2018 (2018-12-27) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2020-052513 A (HONDA MOTOR CO LTD) 02 April 2020 (2020-04-02) entire text, all drawings	1-10



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

"I" 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
28 April 2021 (28.04.2021)Date of mailing of the international search report
25 May 2021 (25.05.2021)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 REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/008457

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2010-273112 A	02 Dec. 2010	US 2010/0296701 A1 CN 101894376 A	
WO 2018/235219 A1	27 Dec. 2018	(Family: none)	
JP 2020-052513 A	02 Apr. 2020	US 2020/0097772 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01C 11/02(2006.01)i; G01C 7/04(2006.01)i; G01C 21/26(2006.01)i; G05D 1/02(2020.01)i; G01B 11/00(2006.01)n FI: G01C11/02; G01C7/04; G01C21/26 C; G05D1/02 K; G01B11/00 H														
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）） G01C11/02; G01C7/04; G01C21/26; G05D1/02; G01B11/00														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table>			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				
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												
A	JP 2010-273112 A（富士フイルム株式会社）02.12.2010（2010 - 12 - 02） 全文、全図	1-10												
A	WO 2018/235219 A1（日本電気株式会社）27.12.2018（2018 - 12 - 27） 全文、全図	1-10												
A	JP 2020-052513 A（本田技研工業株式会社）02.04.2020（2020 - 04 - 02） 全文、全図	1-10												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 28.04.2021	国際調査報告の発送日 25.05.2021													
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） 續山 浩二 2S 4454 電話番号 03-3581-1101 内線 3216													

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/JP2021/008457

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2010-273112	A	02.12.2010	US	2010/0296701	A1	
				CN	101894376	A	
WO	2018/235219	A1	27.12.2018	(ファミリーなし)			
JP	2020-052513	A	02.04.2020	US	2020/0097772	A1	