(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
2021年4月29日(29.04.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/079778 A1

(51) 国際特許分類:
B64C 13/18 (2006.01)
B64C 39/02 (2006.01)
B64D 45/04 (2006.01)
B64D 47/08 (2006.01)
G08G 5/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/038505

(22) 国際出願日： 2020年10月12日(12.10.2020)

(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 2019-193263 2019年10月24日(24.10.2019) JP

(71) 出願人： ソニー株式会社 (**SONY CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南１丁目７番１号 Tokyo (JP).

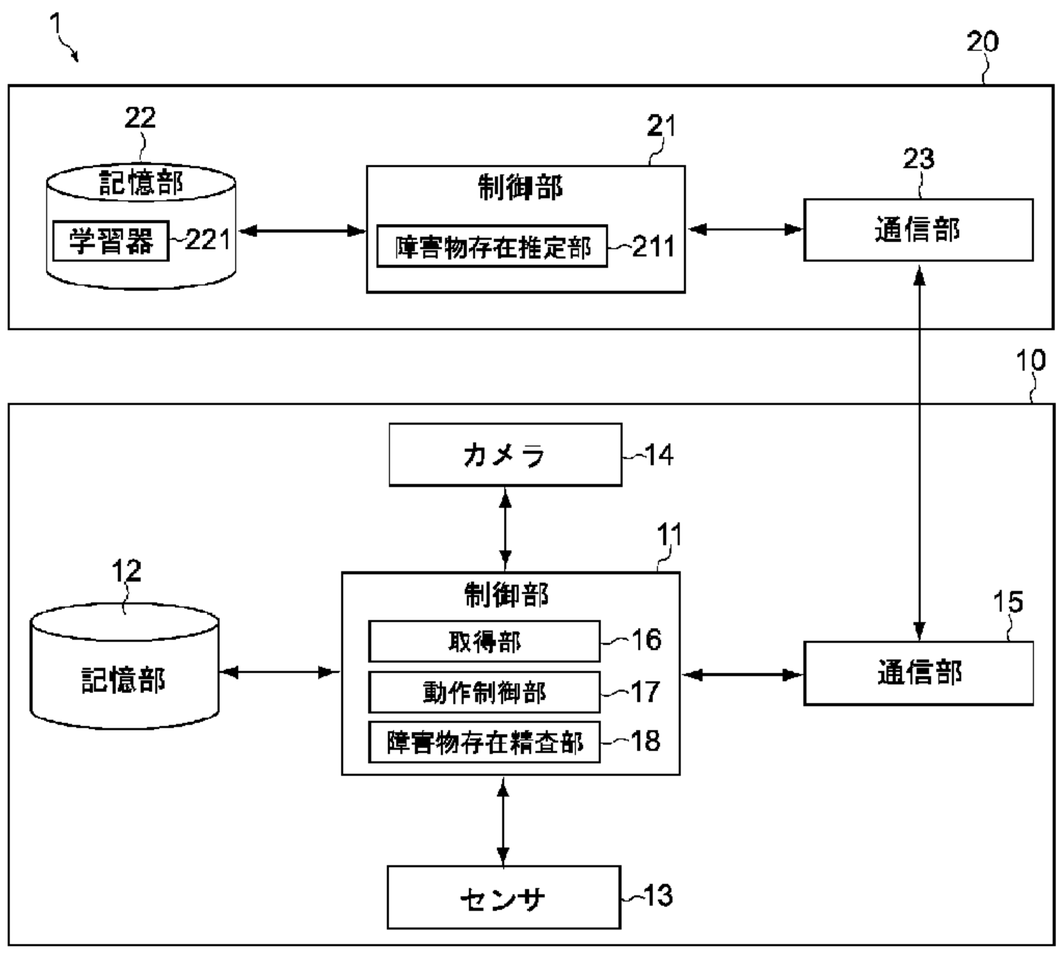
(72) 発明者： 李 駿 (**LEE, Shun**); 〒1080075 東京都港区港南１丁目７番１号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人：大森 純一(**OMORI, Junichi**); 〒1070052 東京都港区赤坂７－５－４７ Ｕ＆Ｍ赤坂ビル２Ｆ 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,

(54) **Title:** MOVING BODY, INFORMATION PROCESSING METHOD, PROGRAM, AND INFORMATION PROCESSING SYSTEM

(54) 発明の名称： 移動体、情報処理方法、プログラム及び情報処理システム



11, 21 Control unit
12, 22 Storage unit
13 Sensor
14 Camera
15, 23 Communication unit
16 Acquisition unit
17 Motion control unit
18 Obstacle existence investigation unit
211 Obstacle existence estimation unit
221 Learning device

(57) **Abstract:** Proposed is a feature with which collision between an obstacle and a moving body can be avoided by performing an action to investigate an object difficult to be recognized. The moving body according to this feature has a control unit. The control unit controls an action of the moving body in accordance with an estimation result of estimating whether an obstacle preventing movement of the moving body exists or not from an image captured by an imaging unit.

(57) 要約：認識が困難な物体を精査するための行動を行うことによって、障害物と移動体との衝突を回避することができる技術を提案する。本技術の移動体は、制御部を有する。上記制御部は、撮像部により撮像された画像から上記移動体の移動を妨げる障害物が存在するか否かが推定された推定結果に基づき、上記移動体の行動を制御する。

［続葉有］

WO 2021/079778 A1

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 ：

移動体、情報処理方法、プログラム及び情報処理システム

技術分野

[0001]　本技術は、移動体、情報処理方法、プログラム及び情報処理システムに関する。

背景技術

[0002]　近年、例えば景色を空撮する場合にドローン機体等の移動体を活用することが提案されている。このような移動体においては、障害物を安定的に回避する技術が採用される（例えば、特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００５－３１６７５９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　一般的に、ドローン機体は、自身の故障を防ぐために、障害物を検出する必要がある。しかしながら、障害物が窓ガラスや鏡などの透明物体や、認識が困難な細かい物体である場合、ドローン機体は、ＴｏＦやステレオカメラを利用する通常の障害物検出ではこのような障害物を検出することが困難であり、飛行中に障害物に衝突してしまうおそれがある。

[0005]　そこで、本開示では、障害物と移動体との衝突を回避することができる技術を提案する。

課題を解決するための手段

[0006]　上記課題を解決するため、本技術の一形態に係る移動体は、制御部を有する。

上記制御部は、撮像部により撮像された画像から上記移動体の移動を妨げ

る障害物が存在するか否かが推定された推定結果に基づき、上記移動体の行動を制御する。

[0007] 上記制御部は、上記障害物が存在すると推定された場合に、上記移動体を減速又は停止させてもよい。

[0008] 上記制御部は、上記障害物が存在すると推定された場合に、上記障害物が実在するか否かを精査する処理を実行してもよい。

[0009] 上記障害物と上記移動体との間の距離を検出する検出部をさらに具備し、

上記制御部は、上記距離を上記検出部が検出できる位置に上記移動体を移動させてもよい。

[0010] 上記障害物と上記移動体との間の距離を検出する検出部をさらに具備し、

上記制御部は、上記移動体を移動させながら、上記検出部に上記距離を複数回測定させてもよい。

[0011] 上記制御部は、上記障害物が実在すると判定した場合に、上記移動体を着陸若しくは停止させる、または、上記障害物を回避する上記移動体の移動経路を生成してもよい。

[0012] 上記制御部は、学習データを機械学習アルゴリズムに適用することにより生成された学習器に対して上記画像を適用することにより上記障害物が存在するか否かが推定された推定結果に基づいて、上記移動体の行動を制御してもよい。

[0013] 上記移動体は、飛行体であってもよい。

[0014] 上記障害物は、透明又は透光性を有する物体であってもよい。

[0015] 上記課題を解決するため、本技術の一形態に係る情報処理システムは、情報処理装置と、移動体とを有する。

上記情報処理装置は、撮像部により撮像された画像から移動体の移動を妨げる障害物が存在するか否かを推定する。

上記移動体は、上記推定結果に基づき、上記移動体の行動を制御する。

[0016] 上記情報処理装置は、学習データを機械学習アルゴリズムに適用することにより生成された学習器に対して上記画像を適用することによって、上記障

害物が存在するか否かを推定してもよい。

[0017] 上記情報処理装置は、サーバであってもよい。

[0018] 上記課題を解決するため、本技術の一形態に係る情報処理方法は、

撮像部により撮像された画像から移動体の移動を妨げる障害物が存在するか否かが推定された推定結果に基づいて、上記移動体の行動を制御する

[0019] 上記課題を解決するため、本技術の一形態に係るプログラムは、移動体に以下のステップを実行させる。

撮像部により撮像された画像から移動体の移動を妨げる障害物が存在するか否かが推定された推定結果に基づいて、上記移動体の行動を制御するステップ。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本技術の情報処理システムの構成例を示す図である。

[図2]上記情報処理システムの構成例を示すブロック図である。

[図3]ドローン機体及び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。

[図4]上記情報処理システムの典型的な動作の流れを示すフローチャートである。

[図5]上記動作の一工程を詳細に示すフローチャートである。

[図6]一般的な特化型ＡＩの処理手順を簡略的に示す図である。

[図7]上記動作の一工程を詳細に示すフローチャートである。

[図8]ドローン機体と障害物とを併記して示す概念図である。

[図9]ドローン機体と障害物との間の距離に応じて障害物の存在確率をプロットしたグラフである。

[図10]ドローン機体と障害物とを併記して示す概念図である。

[図11]ドローン機体の移動距離に応じて障害物の存在確率をプロットしたグラフである。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、図面を参照しながら、本技術の実施形態を説明する。

[0022] ＜情報処理システムの構成＞

図１は、本実施形態の情報処理システム１の構成例を示す図であり、図２は情報処理システム１の構成例を示すブロック図である。情報処理システム１は、図１に示すように、ドローン機体１０と、情報処理装置２０とを有する。

[0023] ドローン機体１０と情報処理装置２０は、ネットワークＮを介して相互に通信可能に接続されている。ネットワークＮは、インターネットや移動体通信網、あるいはローカルエリアネットワーク等であってもよく、これら複数種類のネットワークが組み合わされたネットワークであってもよい。

[0024] ［ドローン機体］

ドローン機体１０は、図２に示すように、制御部１１と、記憶部１２と、センサ１３と、カメラ１４と、通信部１５とを有する。ドローン機体１０は、特許請求の範囲の「移動体」の一例である。

[0025] 制御部１１は、記憶部１２に格納されたプログラムに従って、ドローン機体１０の動作全般またはその一部を制御する。記憶部１２は、センサ１３から出力されたセンサデータや、カメラ１４から取得した画像データなどを記憶する。

[0026] 制御部１１は、機能的に、取得部１６と、動作制御部１７と、障害物存在精査部１８とを有する。

[0027] 取得部１６は、センサ１３により検出されたセンサデータや、カメラ１４により撮像された画像データを取得する。動作制御部１７は、障害物存在推定部２１１又は障害物存在精査部１８の判断に基づき、ドローン機体１０の速度やセンサ１３を制御する。

[0028] 障害物存在精査部１８は、ドローン機体１０が動作制御部２１４により制御された後、本当に障害物が実在するか否かを判断する。本実施形態における障害物とは、例えば、窓ガラスなどの透明又は透光性を有する透明物体や、細かな網又は電線などの認識不可物体であり、以下の説明でも同様である。

[0029] センサ１３は、ソナー、レーダー又はライダーなどの測距センサや、ドローン機体１０の位置情報を測定するＧＰＳセンサなどを含む。センサ１３は、特許請求の範囲の「検出部」の一例である。

[0030] 通信部１５は、ネットワークＮを介して、情報処理装置２０と通信を行う。通信部１５は、ドローン機体１０の通信インターフェースとして機能する。

[0031] カメラ１４は、例えば、ＣＭＯＳ（Complementary Metal Oxide Semiconductor）またはＣＣＤ（Charge Coupled Device）などの撮像素子、および撮像素子への被写体像の結像を制御するためのレンズなどの各種の部材を用いて実空間を撮像し、撮像画像を生成する装置である。

[0032] カメラ１４は、静止画を撮像するものであってもよいし、また動画を撮像するものであってもよい。カメラ１４は、例えば、３軸ジンバルなどの駆動機構（図示略）を介してドローン機体１０の本体に接続される。

[0033] ［情報処理装置］

情報処理装置２０は、図２に示すように、通信部２３と、制御部２１と、記憶部２２とを有する。情報処理装置２０は、典型的にはサーバ装置であるがこれに限られず、ＰＣ等の他の任意のコンピュータであってもよい。

[0034] あるいは、情報処理装置２０は、ドローン機体１０に指示を与え、誘導する飛行管制を実行する管制制御装置であってもよい。

[0035] 通信部２３は、ネットワークＮを介してドローン機体１０と通信を行う。通信部２３は、情報処理装置２０の通信インターフェースとして機能する。

[0036] 制御部２１は、記憶部２２に格納されたプログラムに従って、情報処理装置２０の動作全般またはその一部を制御する。制御部２１は、特許請求の範囲の「制御部」に対応する。

[0037] 制御部２１は、機能的に、障害物存在推定部２１１を有する。障害物存在推定部２１１は、ドローン機体１０が存在する実空間内において、ドローン機体１０の飛行を妨げる障害物が存在するか否かを判断する。

[0038] ［ハードウェア構成］

図３は、ドローン機体１０及び情報処理装置２０のハードウェア構成例を示すブロック図である。ドローン機体１０及び情報処理装置２０は、図３に示す情報処理装置１００により実現されてもよい。

[0039] 情報処理装置１００は、ＣＰＵ（Central Processing unit）１０１、ＲＯＭ（Read Only Memory）１０２、およびＲＡＭ（Random Access Memory）１０３を有する。制御部１１，２１は、ＣＰＵ１０１であってもよい。

[0040] 情報処理装置１００は、ホストバス１０４、ブリッジ１０５、外部バス１０６、インターフェース１０７、入力装置１０８、出力装置１０９、ストレージ装置１１０、ドライブ１１１、接続ポート１１２、通信装置１１３を有する構成であってもよい。

[0041] また、情報処理装置１００は、撮像装置１１４およびセンサ１１５を有する構成であってもよい。さらに、情報処理装置１００は、ＣＰＵ１０１に代えて、またはこれとともに、ＤＳＰ（Digital Signal Processor）、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）、ＦＰＧＡ（Field-Programmable Gate Array）またはＧＰＵ（Graphics Processing Unit）などの処理回路を有してもよい。

[0042] ＣＰＵ１０１は、演算処理装置および制御装置として機能し、ＲＯＭ１０２、ＲＡＭ１０３、ストレージ装置１１０、またはリムーバブル記録媒体３０に記録された各種プログラムに従って、情報処理装置１００内の動作全般またはその一部を制御する。記憶部１２，２２は、ＲＯＭ１０２、ＲＡＭ１０３、ストレージ装置１１０又はリムーバブル記録媒体３０であってもよい。

[0043] ＲＯＭ１０２は、ＣＰＵ１０１が使用するプログラムや演算パラメータなどを記憶する。ＲＡＭ１０３は、ＣＰＵ１０１の実行において使用するプログラムや、その実行において適宜変化するパラメータなどを一次記憶する。

[0044] ＣＰＵ１０１、ＲＯＭ１０２、およびＲＡＭ１０３は、ＣＰＵバスなどの内部バスにより構成されるホストバス１０４により相互に接続されている。さらに、ホストバス１０４は、ブリッジ１０５を介して、ＰＣＩ（Peripher

l Component Interconnect/Interface）バスなどの外部バス１０６に接続されている。

[0045] 入力装置１０８は、例えば、マウス、キーボード、タッチパネル、ボタン、スイッチおよびレバーなど、ユーザによって操作される装置である。入力装置１０８は、例えば、赤外線や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いし、情報処理装置１００の操作に対応した携帯電話などの外部接続機器４０であってもよい。

[0046] 入力装置１０８は、ユーザが入力した情報に基づいて入力信号を生成してＣＰＵ１０１に出力する入力制御回路を含む。ユーザは、この入力装置１０８を操作することによって、情報処理装置１００に対して各種のデータを入力したり処理動作を指示したりする。

[0047] 出力装置１０９は、取得した情報をユーザに対して視覚や聴覚、触覚などの感覚を用いて通知することが可能な装置で構成される。出力装置１０９は、例えば、ＬＣＤ（Liquid Crystal Display）または有機ＥＬ（Electro-Luminescence）ディスプレイなどの表示装置、スピーカー又はヘッドフォンなどの音声出力装置、もしくはバイブレータなどでありうる。

[0048] 出力装置１０９は、情報処理装置１００の処理により得られた結果を、テキストもしくは画像などの映像、音声もしくは音響などの音声、またはバイブレーションなどとして出力する。

[0049] ストレージ装置１１０は、情報処理装置１００の記憶部の一例として構成されたデータ格納用の装置である。ストレージ装置１１０は、例えば、ＨＤＤ（Hard Disk Drive）などの磁気記憶部デバイス、半導体記憶デバイス、光記憶デバイス、または光磁気記憶デバイスなどにより構成される。ストレージ装置１１０は、例えばＣＰＵ１０１が実行するプログラムや各種データ、および外部から取得した各種のデータなどを格納する。

[0050] ドライブ１１１は、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、または半導体メモリなどのリムーバブル記録媒体３０のためのリーダライタであり、情報処理装置１００に内蔵、あるいは外付けされる。ドライブ１１１は、

装着されているリムーバブル記録媒体３０に記録されている情報を読み出して、ＲＡＭ１０３に出力する。また、ドライブ１１１は、装着されているリムーバブル記録媒体３０に記録を書き込む。

[0051] 接続ポート１１２は、機器を情報処理装置１００に接続するためのポートである。接続ポート１１２は、例えば、ＵＳＢ（Universal Serial Bus）ポート、ＩＥＥＥ１３９４ポート、ＳＣＳＩ（Small Computer System Interface）ポートなどでありうる。

[0052] また、接続ポート１１２は、ＲＳ－２３２Ｃポート、光オーディオ端子、ＨＤＭＩ（登録商標）（High-Definition Multimedia Interface）ポートなどであってもよい。接続ポート１１２に外部接続機器４０を接続することで、情報処理装置１００と外部接続機器４０との間で各種のデータが交換されうる。

[0053] 通信装置１１３は、例えば、ネットワークＮ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１１３は、例えば、ＬＡＮ（Local Area Network）、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）、Ｗｉ－Ｆｉ、ＷＵＳＢ（Wireless USB）用またはＬＴＥ（Long Term Evolution）用の通信カードなどでありうる。また、通信装置１１３は、光通信用のルータ、ＡＤＳＬ（Asymmetric Digital Subscriber Line）用のルータ、または、各種通信用のモデムなどであってもよい。

[0054] 通信装置１１３は、例えば、インターネットや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。また、通信装置１１３に接続されるネットワークＮ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、赤外線通信、ラジオ波通信、近距離無線通信または衛星通信などを含みうる。通信部１５，２３は、通信装置１１３であってもよい。

[0055] 撮像装置１１４は、実空間を撮像し、撮像画像を生成する装置である。カメラ１４は、撮像装置１１４に対応する。

[0056] センサ１１５は、例えば、加速度センサ、角速度センサ、地磁気センサ、

照度センサ、温度センサ、気圧センサ、または音センサ（マイクロフォン）などの各種のセンサである。

[0057] センサ１１５は、例えば情報処理装置１００の筐体の姿勢など、情報処理装置１００自体の状態に関する情報や、情報処理装置１００の周辺の明るさや騒音など、情報処理装置１００の周辺環境に関する情報を取得する。また、センサ１１５は、ＧＰＳ（Global Positioning System）信号を受信して装置の緯度、経度および高度を測定するＧＰＳ受信機を含んでもよい。センサ１３は、センサ１１５に対応する。

[0058] 以上、情報処理システム１の構成例を示した。上記の各構成要素は、汎用的な部材を用いて構成されていてもよいし、各構成要素の機能に特化した部材により構成されていてもよい。かかる構成は、実施する時々の技術レベルに応じて適宜変更されうる。

[0059] ＜情報処理システムの動作＞

図４は、情報処理システム１の典型的な動作の流れを示すフローチャートである。以下、情報処理システム１の動作について、図４を適宜参照しながら説明する。

[0060] ［ステップＳ１０１：学習データ収集］

先ず、障害物存在推定部２１１は、カメラ１４により所定のフレームレート（例えば、数十ｆｐｓ）で撮像された画像データと、当該画像データが撮像された際のドローン機体１０の行動結果とが対応づけられたデータ（以下、学習データ）をユーザから取得する。この際、ユーザは、例えば、任意のデバイス（図示略）を介して、学習データをエラーレポートとして情報処理装置２０に送信し、記憶部２２に学習データが記憶される。

[0061] ここで、上述の行動結果とは、例えば、ドローン機体１０が実空間内に存在する障害物に衝突してクラッシュしたり、ドローン機体１０が障害物の前で急停止したりする行動を指し、以下の説明でも同様である。

[0062] ［ステップＳ１０２：機械学習］

図５は、ステップＳ１０２の詳細を示すフローチャートである。以下、ス

テップＳ１０２について、図５を適宜参照しながら説明する。

[0063] 本実施形態の情報処理装置２０は、ユーザの知的作業を代替する、所謂特化型ＡＩ（Artificial Intelligence）を利用する情報処理装置である。図６は、一般的な特化型ＡＩの処理手順を簡略的に示す図である。

[0064] 特化型ＡＩは、大きな枠組みとして、学習用プログラムとして機能するアルゴリズムに学習データを組み込むことにより構築された学習済みモデル対して、任意の入力データを適用することにより結果物が得られる仕組みである。

[0065] 障害物存在推定部２１１は、記憶部２２に記憶されている学習データを読み出す（ステップＳ１０２１）。この学習データは、図６の「学習データ」に相当する。

[0066] 次いで、障害物存在推定部２１１は、予め設定されているアルゴリズムに記憶部２２から読み出した学習データを適用することによって学習器を生成する。なお、上述したアルゴリズムとは、図６の「アルゴリズム」に相当し、例えば機械学習アルゴリズムである。

[0067] 機械学習アルゴリズムの種類としては特に限定されず、例えばＲＮＮ（Recurrent Neural Network：再帰型ニューラルネットワーク）、ＣＮＮ（Convolutional Neural Network：畳み込みニューラルネットワーク）、ＧＡＮ（Generative Adversarial Network：敵対的生成ネットワーク）又はＭＬＰ（Multilayer Perceptron：多層パーセプトロン）等のニューラルネットワークを用いたアルゴリズムであってもよく、その他、教師あり学習法（ブースティング法、ＳＶＭ（Support Vector Machine）法、ＳＶＲ法（Support Vector Regression）法等）、教師なし学習法、半教師あり学習法、強化学習法等を実行する任意のアルゴリズムであってもよい。

[0068] 本実施形態では、学習器の構築に利用されるアルゴリズムとして、典型的にはＭＬＰとその拡張であるＣＮＮが採用される。

[0069] ＭＬＰは、ニューラルネットワークの一種であり、隠れ層Ｈのニューロンが無限個あれば、三層ニューラルネットワークによってあらゆる非線形関数

を近似できることが知られており、慣例的にも三層ニューラルネットワークである場合が多い。従って、本実施形態おいては、ＭＬＰが三層ニューラルネットワークである場合を例に挙げて説明する。

[0070] 障害物存在推定部２１１は、記憶部２２に記憶されている、三層ニューラルネットワークの結合重みを取得し（ステップＳ１０２２）、この結合重みをシグモイド関数に適用することによって、学習器を生成する。具体的には、入力層Ｉにおけるｉ番目のニューロンＩｉへの入力刺激をｘｉとして、Ｉｉと隠れ層Ｈのｊ番目のニューロンの結合重みをθＩｊｉとおくと、隠れ層Ｈの出力ｚｊは、例えば、下記式（１）で表される。

[0071] [数1]

$$z_j=\mathrm{sigmoid}\left(\sum_i \theta_{Iji}\, x_i\right) \cdots (1)$$

[0072] sigmoidはシグモイド関数であり、下記式（２）で表される。ａ＝１のときは、標準シグモイド関数である。

[0073] [数2]

$$\mathrm{sigmoid}(x)=\frac{1}{1+\exp(-ax)} \cdots (2)$$

[0074] 同様に、出力層Ｏにおけるｋ番目のニューロンの出力信号ｙｋは、例えば、下記式（３）で表される。なお、出力層Ｏの出力空間を実数値全体にとる場合、出力層Ｏのシグモイド関数は省略される。

[0075] [数3]

$$y_k=\mathrm{sigmoid}\left(\sum_j \theta_{Hkj}\, z_j\right) \cdots (3)$$

[0076] ここで、式（１），（３）におけるΣを用いた要素毎の表記は次元毎にシグモイド関数を適用することによってより簡潔に表現される。具体的には、

入力信号、隠れ層信号、出力信号をそれぞれベクトル表記してｘ，ｙ，ｚとし、入力信号にかかる結合重みと、隠れ層出力にかかる結合重みをそれぞれ$W_I=[\theta_{Ijj_i}]$，$W_H=[\theta_{Hkj}]$とすると、出力信号ｙ，即ち、学習器は下記式（４）で表される。W_I，W_Hは、三層ニューラルネットワークの内部パラメータ（重み）である。

[0077] [数4]

$$y=f(x;W_I,W_H)=W_H\,\mathrm{sigmoid}(W_I x)\cdots(4)$$

[0078] 本実施形態のステップＳ１０２では、典型的には教師あり学習が採用されるため、障害物存在推定部２１１は、出力誤差が最小となるまで学習器を更新する処理を実行する（ステップＳ１０２３）。具体的には、障害物存在推定部２１１は、学習データを構築する画像データと行動結果をそれぞれ入力信号、教師信号（教師データ）とし、入力信号を式（４）に適用することにより得られた出力信号と教師信号との誤差が収束するまで内部パラメータW_I，W_Hを更新する。障害物存在推定部２１１は、当該誤差が最小となる内部パラメータ$W_{I(min)}$，$WH_{(min)}$を記憶部２２に出力する（ステップＳ１０２４）。

[0079] 障害物存在推定部２１１は、記憶部２２に記憶されている内部パラメータ$W_{I(min)}$，$W_{H(min)}$を読み出し、これらを式（４）に適用することによって記憶部２２に学習器２２１を構築する。学習器２２１は、図６の「学習済みモデル」に相当する。

[0080] ［ステップＳ１０３：行動制御］

図７は、ステップＳ１０３の詳細を示すフローチャートである。以下、ステップＳ１０３について、図７を適宜参照しながら説明する。

[0081] 障害物存在推定部２１１は、所定のフレームレート（例えば、数十ｆｐｓ）で撮像された画像をカメラ１４から取得する（ステップＳ１０３１）。この画像は、図６の「入力データ」に相当する。

[0082] 次に、障害物存在推定部２１１は、学習器２２１を、先のステップＳ１０

３１において取得した画像に適用することによって、当該画像中に障害物が存在するか否かを推定し（ステップＳ１０３２）、この推定結果を動作制御部１７に出力する。推定結果は、図６の「結果物」に相当する。

[0083] ここで、障害物存在推定部２１１は、先のステップＳ１０３１において撮像された画像中に障害物が存在すると推定した場合（ステップＳ１０３３のＹＥＳ）、動作制御部１７に飛行中のドローン機体１０を減速又は停止させる指示を出力し、動作制御部１７がこの指示を実行する（ステップＳ１０３４）。これにより、実際に障害物が存在するか否かに関わらずドローン機体１０が停止又は減速するので、障害物とドローン機体１０との衝突が回避される。

[0084] 次に、障害物存在精査部１８は、先のステップＳ１０３２において存在すると推定された障害物が本当に実在するか否かを精査する（ステップＳ１０３５）。以下、ステップＳ１０３５の適用例を幾つか説明する。

[0085] ・適用例１

図８はドローン機体１０と障害物とを併記して示す概念図であり、図９はドローン機体１０と障害物との間の距離に応じて障害物の存在確率をプロットしたグラフである。障害物存在精査部１８は、先のステップＳ１０３２において障害物が存在すると推定された場合、当該障害物から所定距離Ｄ離れた位置にドローン機体１０を移動させる指示を動作制御部１７に出力し、動作制御部１７がこの指示を実行する。所定距離Ｄとは、センサ１３がドローン機体１０と障害物との間の距離を測定できる距離である。

[0086] この際、障害物存在精査部１８は、ドローン機体１０を障害物に接近させながら、ドローン機体１０と障害物との間の距離を複数回測定する指示をセンサ１３に出力し、センサ１３がこの指示を実行する。なお、図９によれば、ドローン機体１０と障害物との間の距離が小さくなるほど障害物の存在確率が向上することがわかる。

[0087] ・適用例２

図１０はドローン機体１０と障害物とを併記して示す概念図であり、図１

１はドローン機体１０の移動距離に応じて障害物の存在確率をプロットしたグラフである。障害物存在精査部１８は、先のステップＳ１０３２において障害物が存在すると推定された場合、当該障害物から所定距離Ｄ離れた位置にドローン機体１０を移動させる指示を動作制御部１７に出力し、動作制御部１７がこの指示を実行する。

[0088] 次に、障害物存在精査部１８は、ドローン機体１０を所定距離Ｄまで接近させた後、所定距離Ｄを維持しつつドローン機体１０を移動させる指示を動作制御部１７に出力し、動作制御部１７がこの指示を実行する。

[0089] この際、障害物存在精査部１８は、ドローン機体１０と障害物との間の距離を複数回測定する指示をセンサ１３に出力し、センサ１３がこの指示を実行する。なお、図１１によれば、ドローン機体１０の移動距離が増えるほど、障害物の存在確率が向上することがわかる。

[0090] 一方、障害物存在推定部２１１は、先のステップＳ１０３１において撮像された画像中に障害物が存在しないと推定した場合（ステップＳ１０３３のＮＯ）、動作制御部１７に飛行を継続させる指示を出力し、動作制御部１７がこの指示を実行する。

[0091] 続いて、動作制御部１７は、先のステップＳ１０３５において障害物が実在すると判定された場合、具体的には、ドローン機体１０と障害物との間の距離が複数回測定される上で障害物の存在確率が所定の閾値Ｌ１，Ｌ３を超えた場合、ドローン機体１０を着陸又は停止させる。あるいは、障害物を回避する移動経路を生成し、この移動経路に従った飛行制御を実行する（ステップＳ１０３６）。これにより、ドローン機体１０と障害物との衝突が確実に回避される。

[0092] 一方、動作制御部１７は、先のステップＳ１０３５において障害物が実在しないと判定された場合、具体的には、ドローン機体１０と障害物との間の距離が複数回測定される上で障害物の存在確率が所定の閾値Ｌ２，Ｌ４を下まわった場合、ドローン機体１０に対して先のステップＳ１０３４において課せられた制御を解除する。

[0093] ＜変形例＞

以上、本技術の実施形態について説明したが、本技術は上述の実施形態に限定されるものではなく種々変更を加え得ることは勿論である。

[0094] 例えば、上記実施形態では、学習器２２１にカメラ１４により撮像された画像を適用することによって障害物が存在すると推定された場合に、ドローン機体１０を減速又は停止させるがこれに限られず、特定の物体を認識する所定のアルゴリズムに従って画像中の障害物を認識することにより、ドローン機体１０を減速又は停止させてもよい。

[0095] さらに、上記実施形態では、先のステップＳ１０３５において障害物の存在の有無を精査する際に、障害物にドローン機体１０を近づけ、ドローン機体１０と障害物との間の距離を複数回検出するがこれに限られず、このような動作と共に又はこれに代えて、センサ１３又はカメラ１４が障害物の方を向くようにドローン機体１０を回転させてもよい。

[0096] ＜補足＞

本技術は、飛行体以外の他の移動体（例えばロボット等）に適用されてもよく、その用途は特に限定されない。なお、飛行体には、ドローン機体の他に、航空機、無人飛行機及び無人ヘリコプター等が含まれる。さらに、上記実施形態では、ドローン機体１０が屋外を飛行することを前提に説明したがこれに限られず、本技術は例えば屋内を移動する移動体に適用されてもよい。

[0097] さらに、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本技術は、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

[0098] 以上、添付図面を参照しながら本技術の好適な実施形態について詳細に説明したが、本技術はかかる例に限定されない。本技術の技術分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり

、これらについても、当然に本技術の技術的範囲に属するものと了解される。

[0099] なお、本技術は以下のような構成もとることができる。

[0100] （１）

撮像部により撮像された画像から移動体の移動を妨げる障害物が存在するか否かが推定された推定結果に基づき、上記移動体の行動を制御する制御部を具備する上記移動体。

（２）

上記（１）に記載の移動体であって、

上記制御部は、上記障害物が存在すると推定された場合に、上記移動体を減速又は停止させる

移動体。

（３）

上記（１）又は（２）に記載の移動体であって、

上記制御部は、上記障害物が存在すると推定された場合に、上記障害物が実在するか否かを精査する処理を実行する

移動体。

（４）

上記（３）に記載の移動体であって、

上記障害物と上記移動体との間の距離を検出する検出部をさらに具備し、

上記制御部は、上記距離を上記検出部が検出できる位置に上記移動体を移動させる

移動体。

（５）

上記（３）又は（４）に記載の移動体であって、

上記障害物と上記移動体との間の距離を検出する検出部をさらに具備し、

上記制御部は、上記移動体を移動させながら、上記検出部に上記距離を複数回測定させる

移動体。

（６）

上記（３）から（５）のいずれか１つに記載の移動体であって、

上記制御部は、上記障害物が実在すると判定した場合に、上記移動体を着陸若しくは停止させる、または、上記障害物を回避する上記移動体の移動経路を生成する

移動体。

（７）

上記（１）から（６）のいずれか１つに記載の移動体であって、

上記制御部は、学習データを機械学習アルゴリズムに適用することにより生成された学習器に対して上記画像を適用することにより上記障害物が存在するか否かが推定された推定結果に基づいて、上記移動体の行動を制御する

移動体。

（８）

上記（１）から（７）のいずれか１つに記載の移動体であって、

上記移動体は、飛行体である

移動体。

（９）

上記（１）から（８）のいずれか１つに記載の移動体であって、

上記障害物は、透明又は透光性を有する物体である

移動体。

（１０）

撮像部により撮像された画像から移動体の移動を妨げる障害物が存在するか否かを推定する情報処理装置と、

上記推定結果に基づき、上記移動体の行動を制御する上記移動体と

を具備する情報処理システム。

（１１）

上記（１０）に記載の情報処理システムであって、

上記情報処理装置は、学習データを機械学習アルゴリズムに適用することにより生成された学習器に対して上記画像を適用することによって、上記障害物が存在するか否かを推定する

情報処理システム。

（１２）

上記（１０）又は（１１）に記載の情報処理システムであって、

上記情報処理装置は、サーバである

情報処理システム。

（１３）

撮像部により撮像された画像から移動体の移動を妨げる障害物が存在するか否かが推定された推定結果に基づいて、上記移動体の行動を制御する

情報処理方法。

（１４）

撮像部により撮像された画像から移動体の移動を妨げる障害物が存在するか否かが推定された推定結果に基づいて、上記移動体の行動を制御するステップ

を上記移動体に実行させるプログラム。

符号の説明

[0101] 情報処理システム・・・１

ドローン機体・・・１０

情報処理装置・・・２０

制御部・・・１１，２１

請求の範囲

[請求項1] 撮像部により撮像された画像から移動体の移動を妨げる障害物が存在するか否かが推定された推定結果に基づき、前記移動体の行動を制御する制御部

を具備する前記移動体。

[請求項2] 請求項１に記載の移動体であって、

前記制御部は、前記障害物が存在すると推定された場合に、前記移動体を減速又は停止させる

移動体。

[請求項3] 請求項１に記載の移動体であって、

前記制御部は、前記障害物が存在すると推定された場合に、前記障害物が実在するか否かを精査する処理を実行する

移動体。

[請求項4] 請求項３に記載の移動体であって、

前記障害物と前記移動体との間の距離を検出する検出部をさらに具備し、

前記制御部は、前記距離を前記検出部が検出できる位置に前記移動体を移動させる

移動体。

[請求項5] 請求項３に記載の移動体であって、

前記障害物と前記移動体との間の距離を検出する検出部をさらに具備し、

前記制御部は、前記移動体を移動させながら、前記検出部に前記距離を複数回測定させる

移動体。

[請求項6] 請求項３に記載の移動体であって、

前記制御部は、前記障害物が実在すると判定した場合に、前記移動体を着陸若しくは停止させる、または、前記障害物を回避する前記移

動体の移動経路を生成する

移動体。

[請求項7] 請求項１に記載の移動体であって、

前記制御部は、学習データを機械学習アルゴリズムに適用することにより生成された学習器に対して前記画像を適用することにより前記障害物が存在するか否かが推定された推定結果に基づいて、前記移動体の行動を制御する

移動体。

[請求項8] 請求項１に記載の移動体であって、

前記移動体は、飛行体である

移動体。

[請求項9] 請求項１に記載の移動体であって、

前記障害物は、透明又は透光性を有する物体である

移動体。

[請求項10] 撮像部により撮像された画像から移動体の移動を妨げる障害物が存在するか否かを推定する情報処理装置と、

前記推定結果に基づき、前記移動体の行動を制御する前記移動体とを具備する情報処理システム。

[請求項11] 請求項１０に記載の情報処理システムであって、

前記情報処理装置は、学習データを機械学習アルゴリズムに適用することにより生成された学習器に対して前記画像を適用することによって、前記障害物が存在するか否かを推定する

情報処理システム。

[請求項12] 請求項１０に記載の情報処理システムであって、

前記情報処理装置は、サーバである

情報処理システム。

[請求項13] 撮像部により撮像された画像から移動体の移動を妨げる障害物が存在するか否かが推定された推定結果に基づいて、前記移動体の行動を

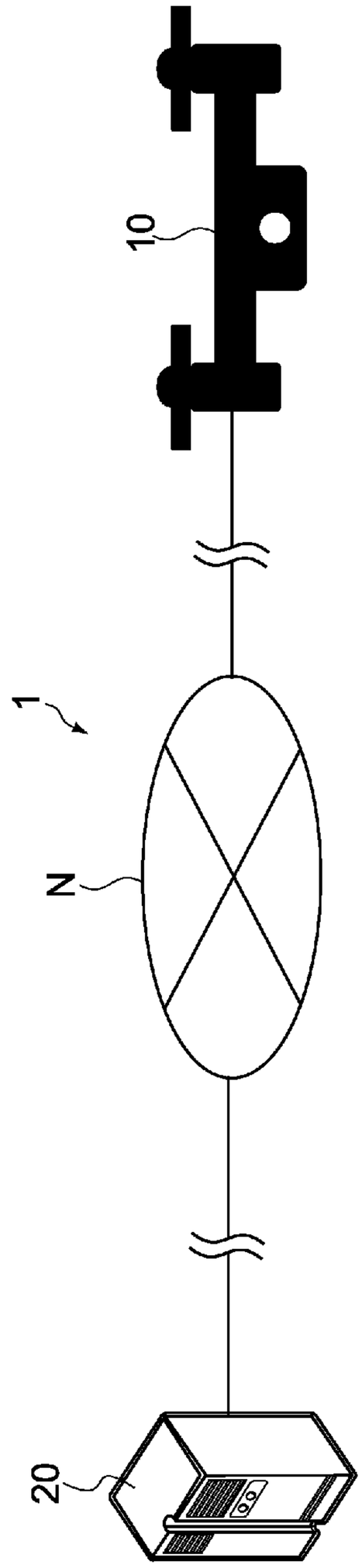
制御する

情報処理方法。

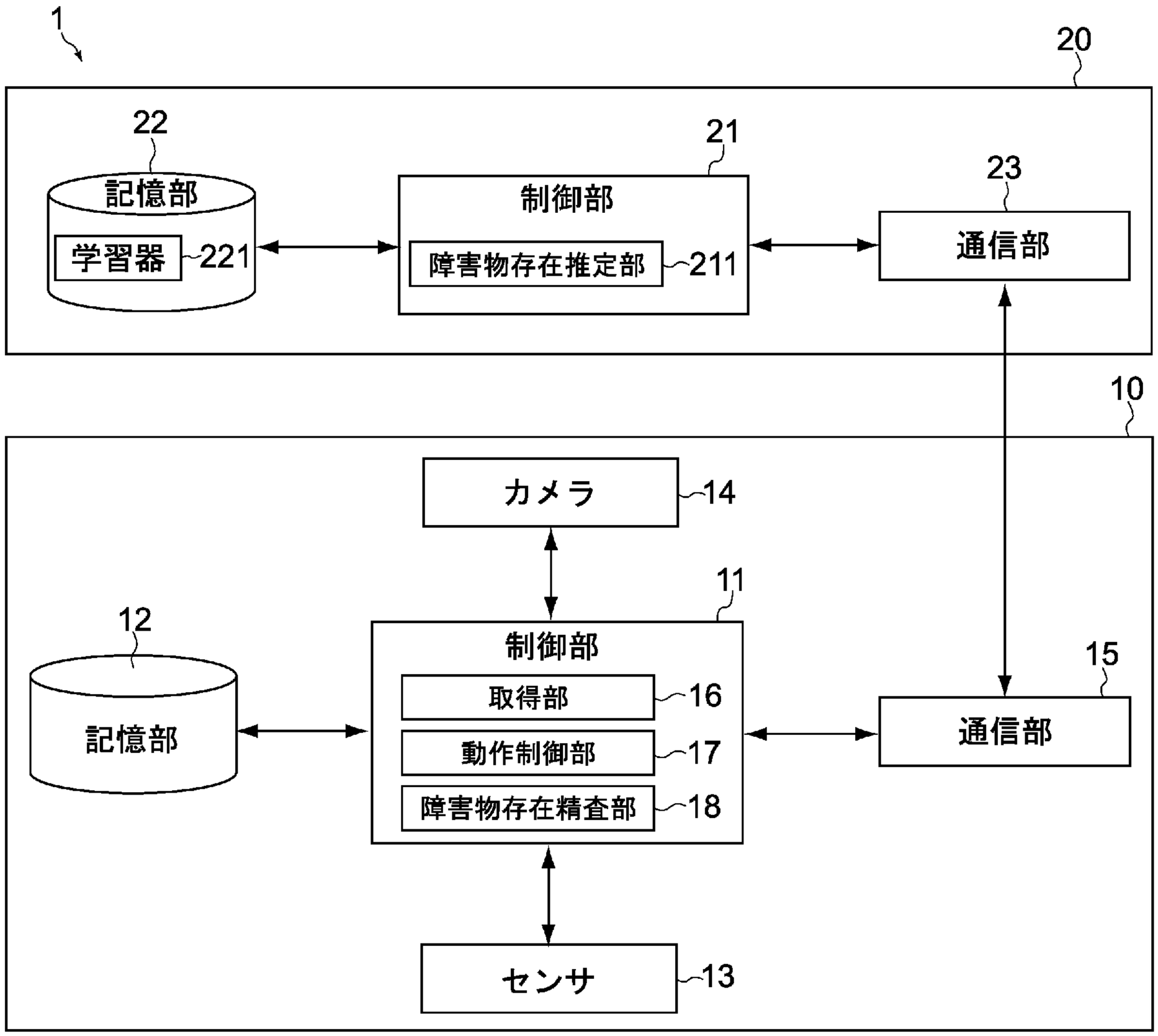
[請求項14] 撮像部により撮像された画像から移動体の移動を妨げる障害物が存在するか否かが推定された推定結果に基づいて、前記移動体の行動を制御するステップ

を前記移動体に実行させるプログラム。

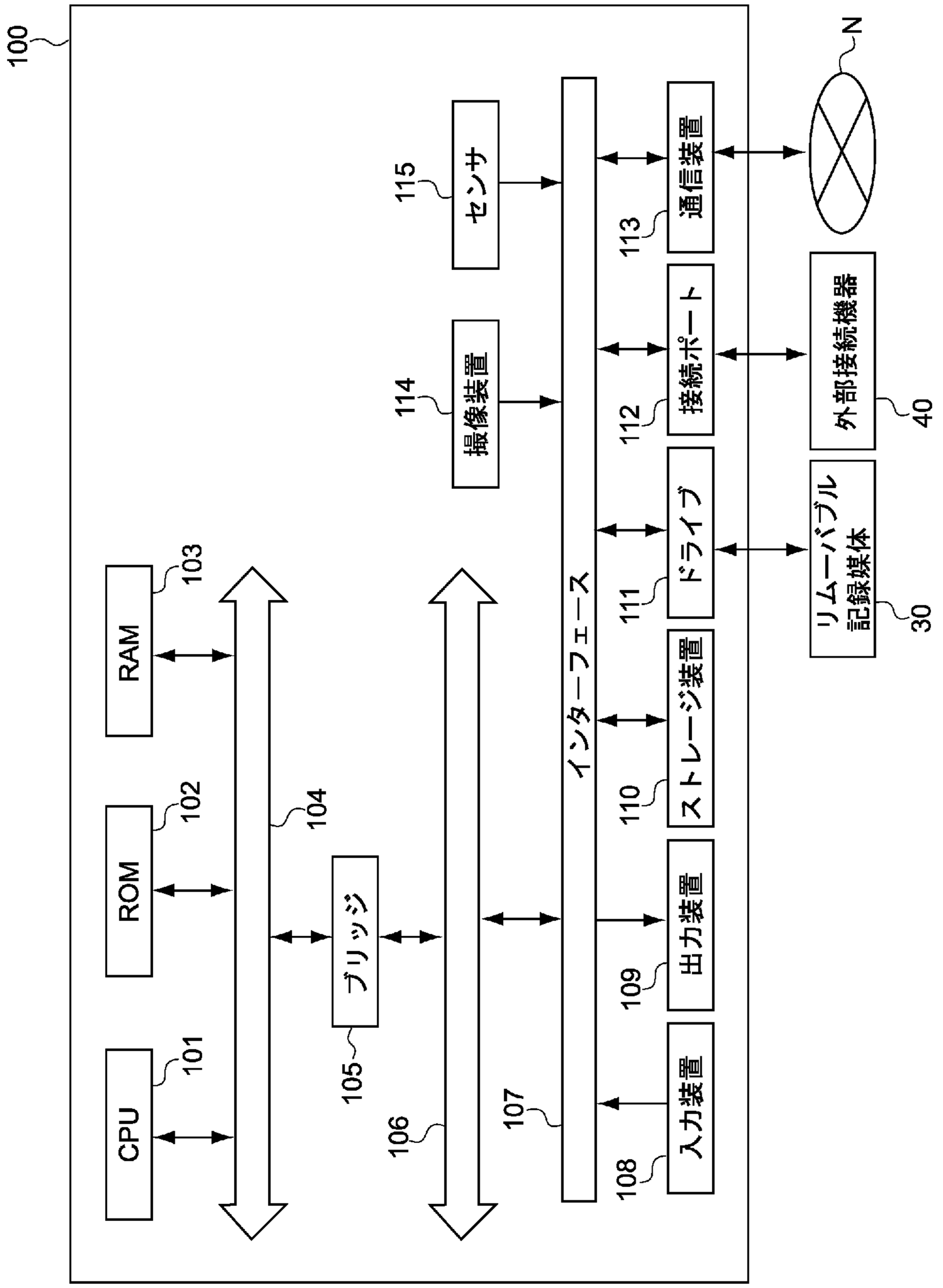
[図1]



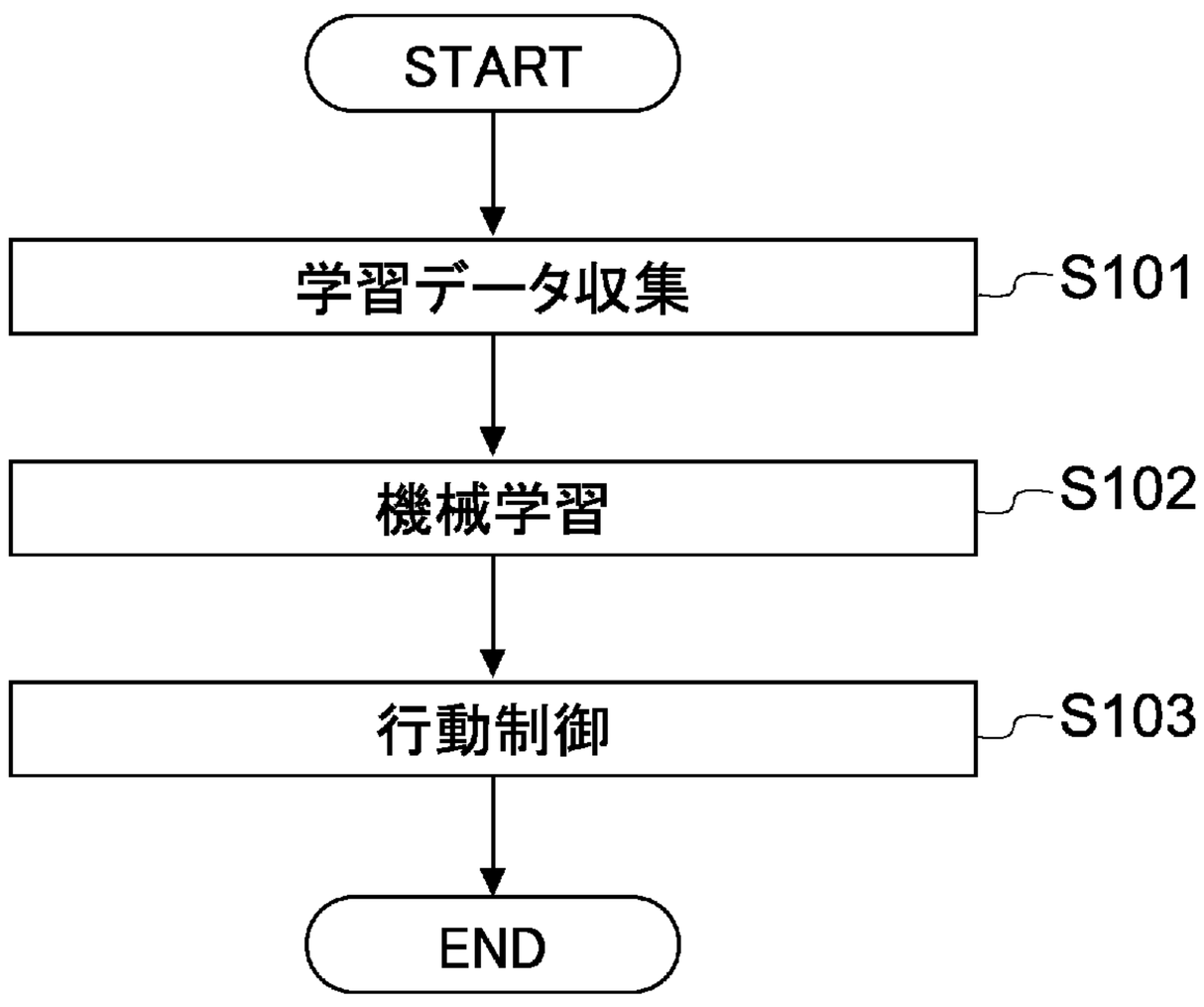
[図2]


1
20
22
記憶部
学習器
221
21
制御部
障害物存在推定部
211
23
通信部
10
カメラ
14
11
12
制御部
取得部
16
動作制御部
17
障害物存在精査部
18
15
記憶部
通信部
センサ
13

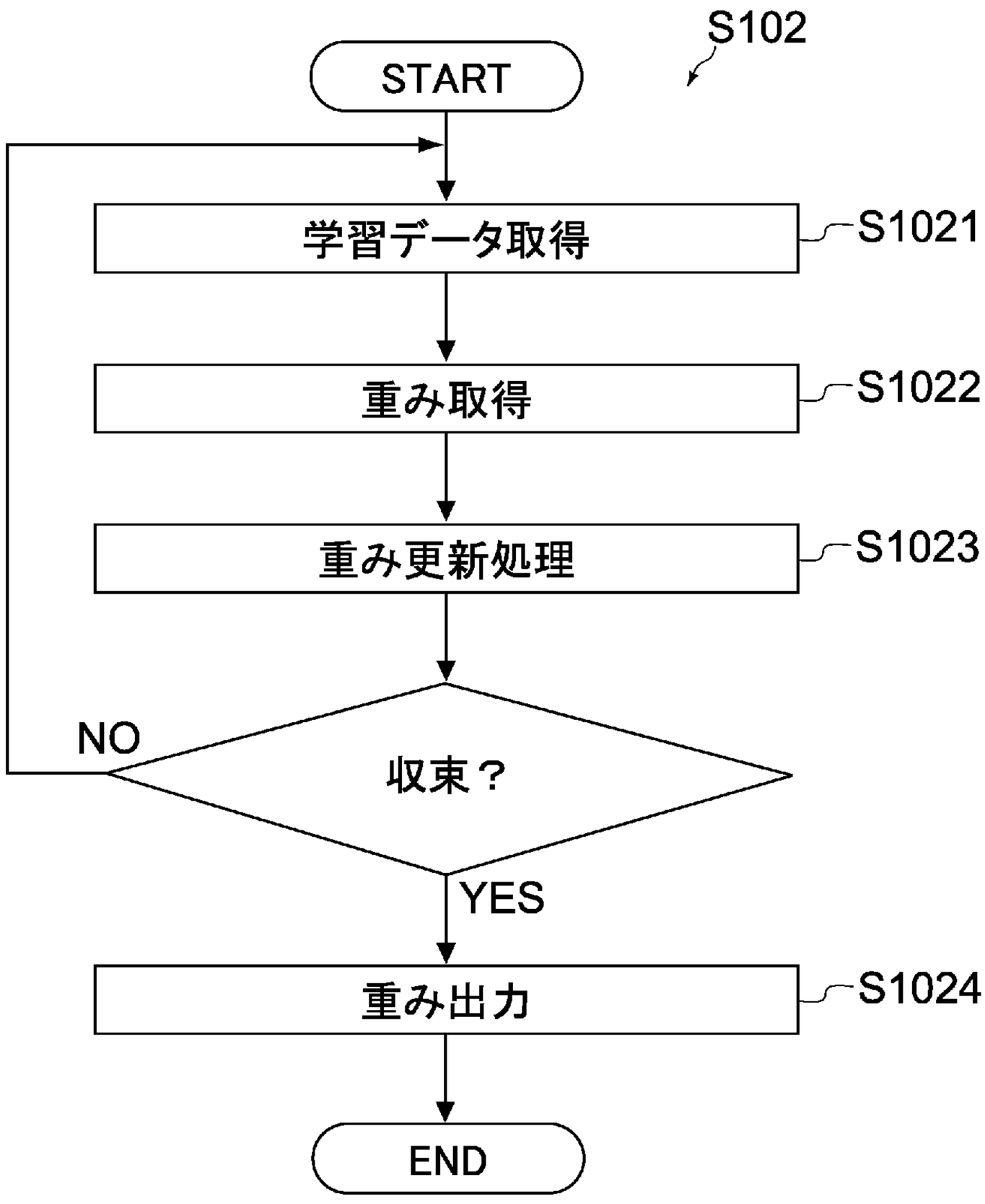
[図3]


100
CPU
101
RAM
103
ROM
102
104
ブリッジ
105
106
107
インターフェース
108
入力装置
109
出力装置
110
ストレージ装置
111
ドライブ
112
接続ポート
113
通信装置
114
撮像装置
115
センサ
N
外部接続機器
40
リムーバブル記録媒体
30

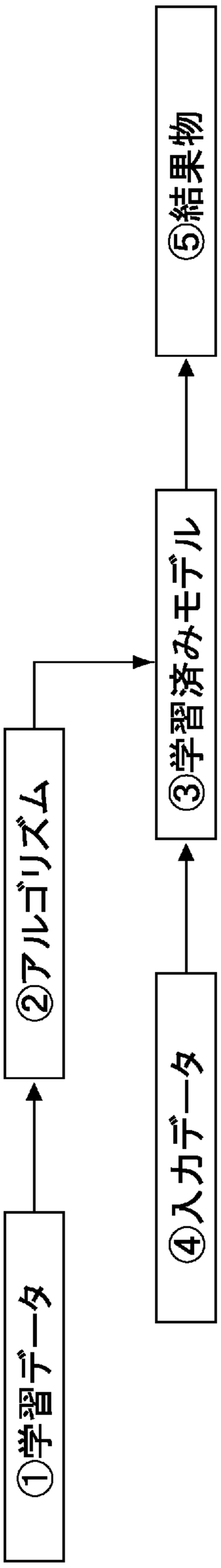
[図4]



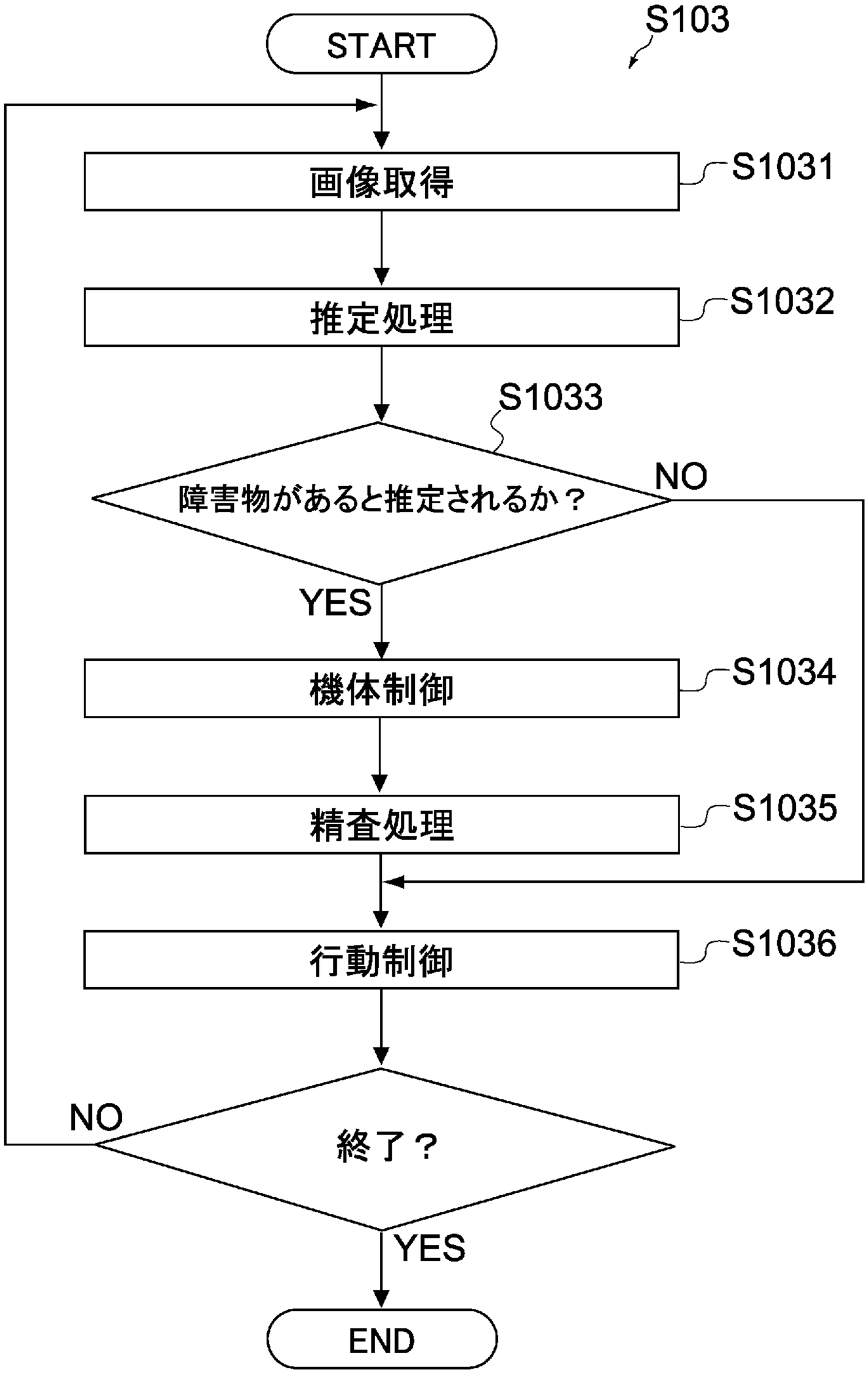
[図5]


S102
START
学習データ取得
S1021
重み取得
S1022
重み更新処理
S1023
NO
収束？
YES
重み出力
S1024
END

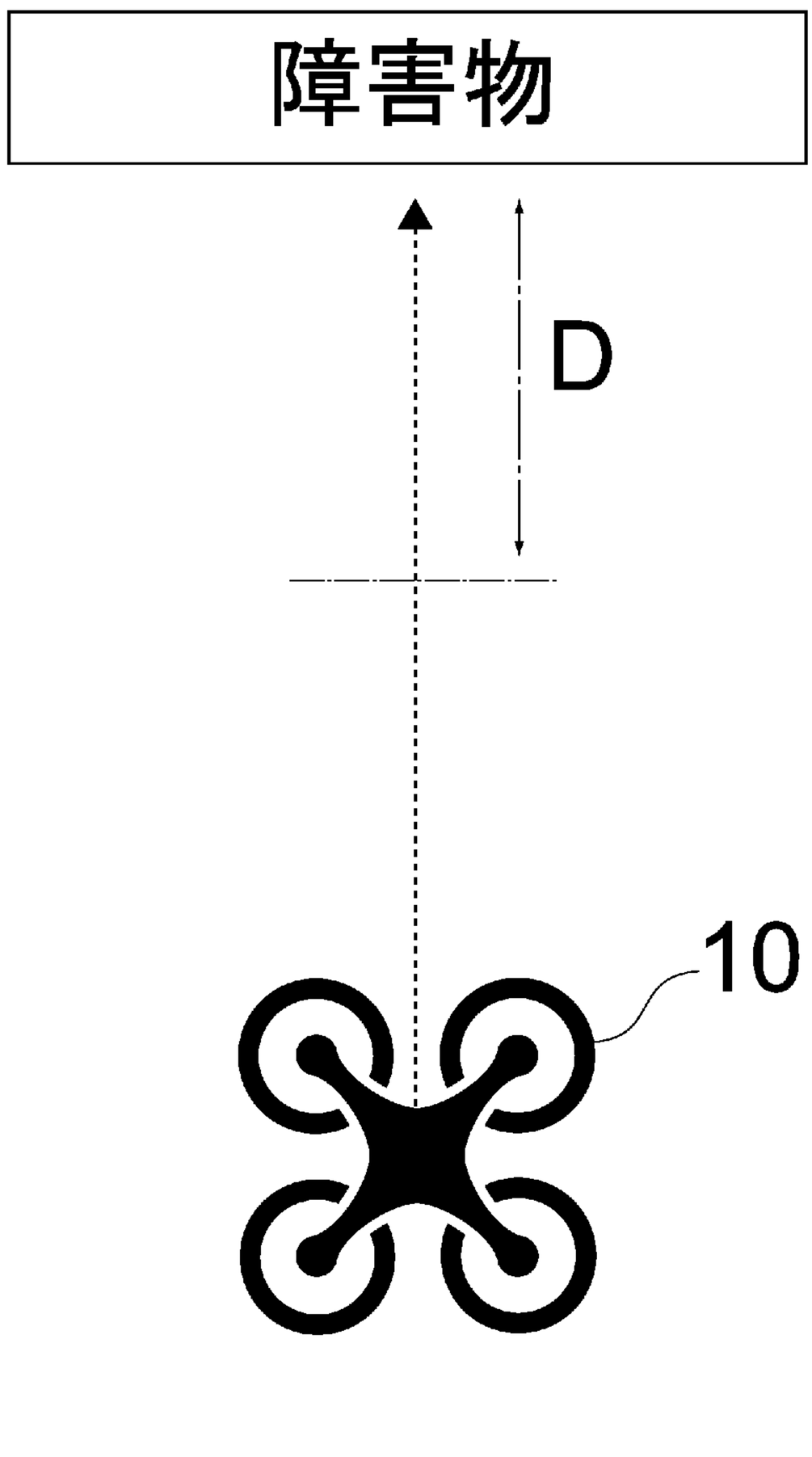
[図6]



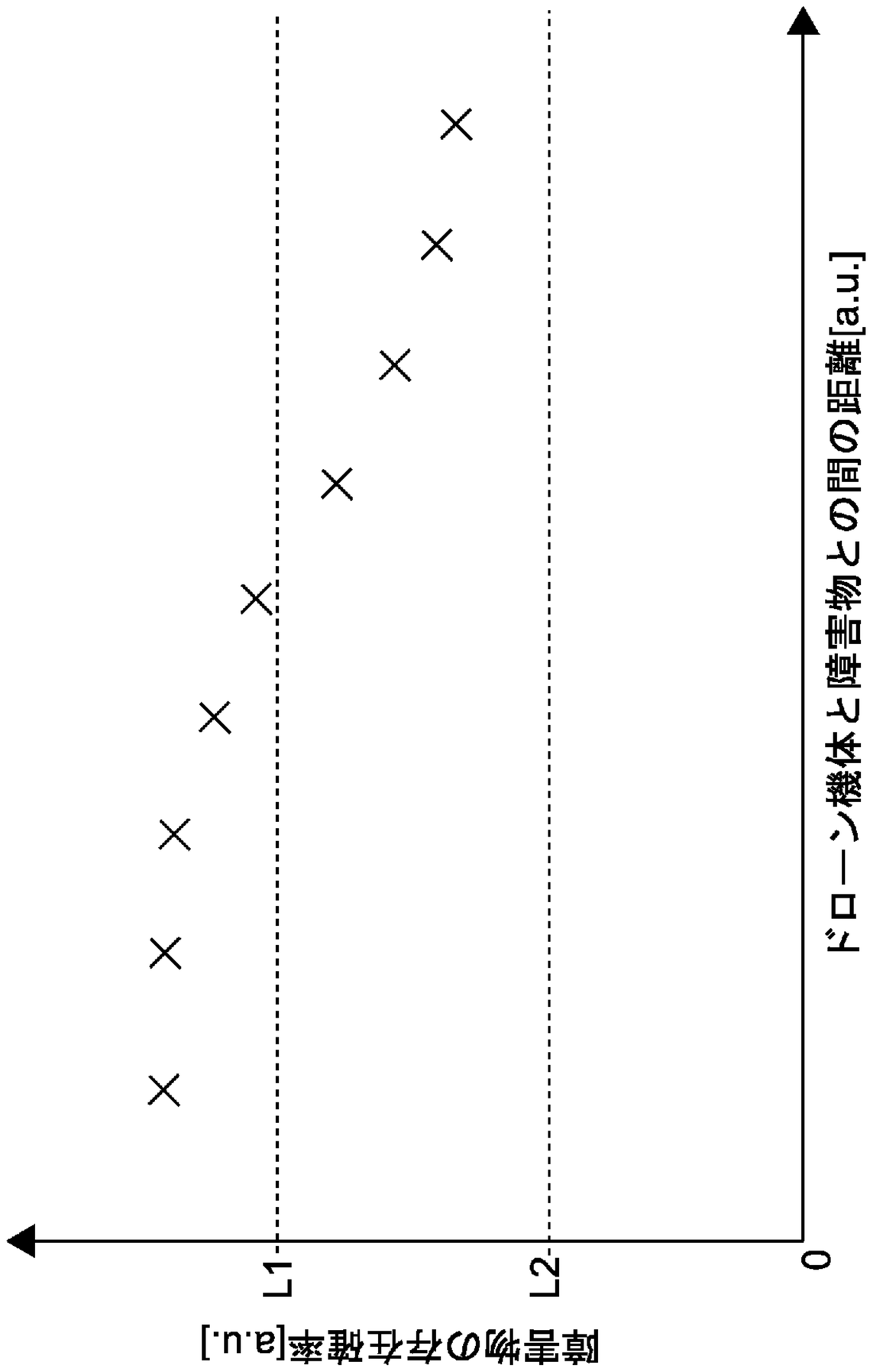
[図7]


START
S103
画像取得
S1031
推定処理
S1032
S1033
障害物があると推定されるか？
NO
YES
機体制御
S1034
精査処理
S1035
行動制御
S1036
終了？
NO
YES
END

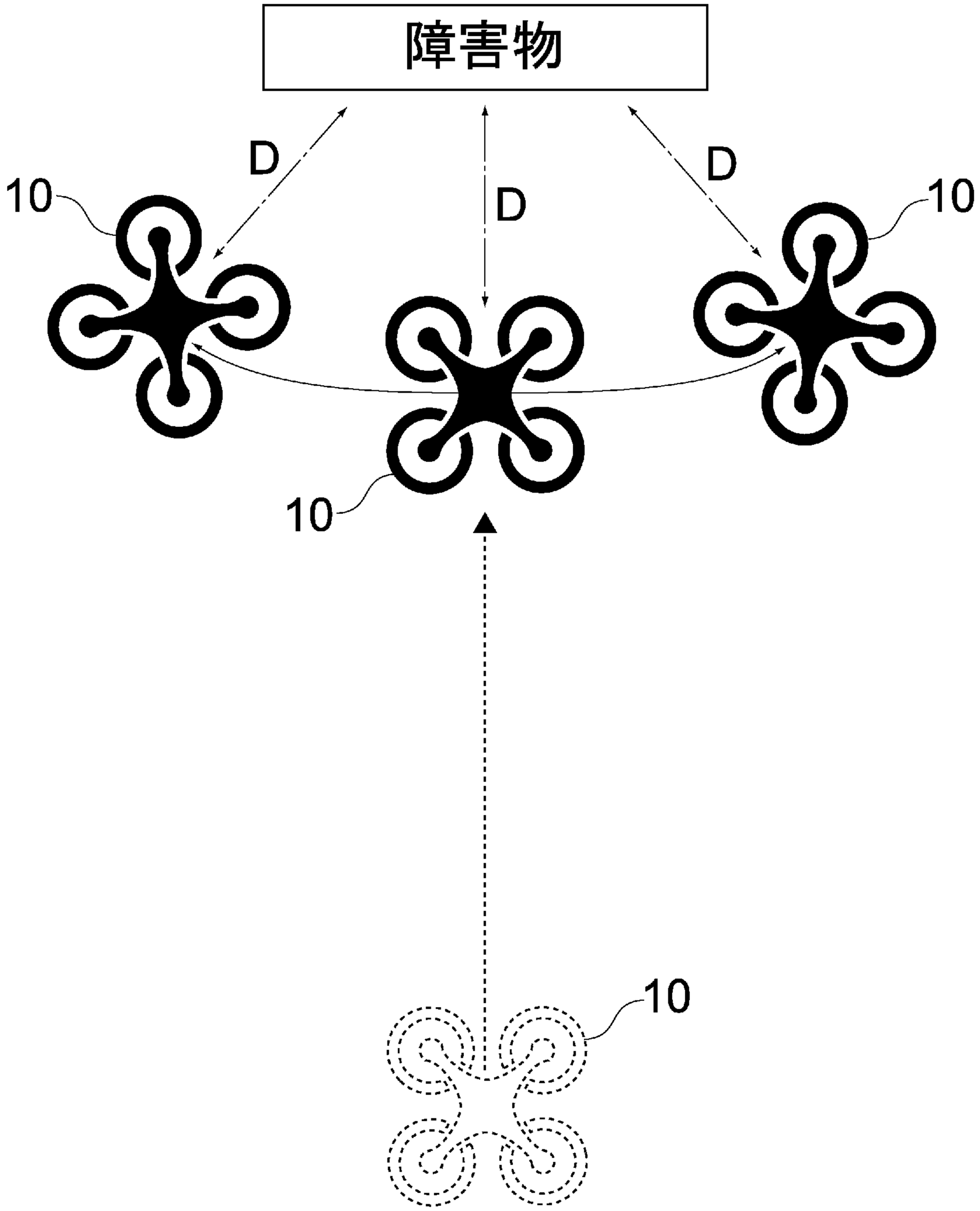
[図8]



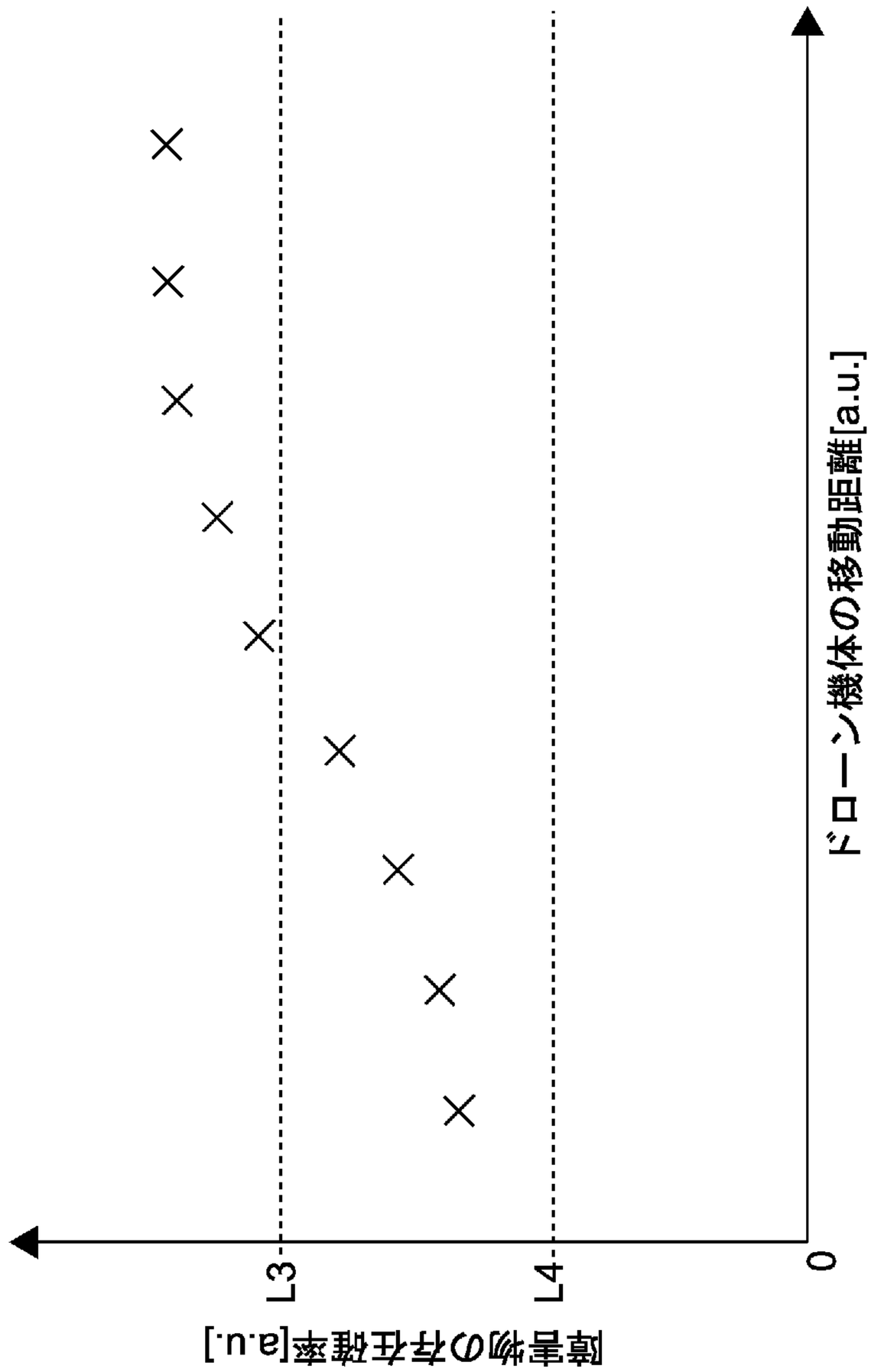
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/038505

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B64C 13/18(2006.01)i; B64C 39/02(2006.01)i; B64D 45/04(2006.01)i; B64D 47/08(2006.01)i; G08G 5/04(2006.01)i
FI: G08G5/04; B64C39/02; B64D47/08; B64C13/18 Z; B64D45/04
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)
B64C13/18; B64C39/02; B64D45/04; B64D47/08; G08G5/04

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 2018-133749 A (OLYMPUS CORP.) 23 August 2018 (2018-08-23) paragraphs [0016]-[0192]	1-5, 7-8, 10-14
Y	paragraphs [0016]-[0192]	6, 9
Y	JP 2019-53501 A (KDDI CORPORATION) 04 April 2019 (2019-04-04) paragraphs [0020]-[0075]	6
Y	WO 2018/144846 A1 (BRAIN CORPORATION) 09 August 2018 (2018-08-09) paragraphs [0040], [0077]	9

☐ 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
04 December 2020 (04.12.2020)	15 December 2020 (15.12.2020)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/038505

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2018-133749 A	23 Aug. 2018	(Family: none)	
JP 2019-53501 A	04 Apr. 2019	(Family: none)	
WO 2018/144846 A1	09 Aug. 2018	JP 2020-507164 A paragraphs [0029], [0066] CN 110462540 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/038505

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B64C 13/18(2006.01)i; B64C 39/02(2006.01)i; B64D 45/04(2006.01)i; B64D 47/08(2006.01)i;
G08G 5/04(2006.01)i
FI: G08G5/04; B64C39/02; B64D47/08; B64C13/18 Z; B64D45/04

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））

B64C13/18; B64C39/02; B64D45/04; B64D47/08; G08G5/04

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	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０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 2018-133749 A (オリンパス株式会社) 23.08.2018 (2018-08-23) 段落0016-0192	1-5,7-8,10-14
Y	段落0016-0192	6,9
Y	JP 2019-53501 A (ＫＤＤＩ株式会社) 04.04.2019 (2019-04-04) 段落0020-0075	6
Y	WO 2018/144846 A1 (BRAIN CORPORATION) 09.08.2018 (2018-08-09) 段落0040,0077	9

☐ 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
04.12.2020	15.12.2020

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）
秋山　誠 3Z 4421
電話番号 03-3581-1101 内線 3395

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/JP2020/038505

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2018-133749 A	23.08.2018	（ファミリーなし）	
JP 2019-53501 A	04.04.2019	（ファミリーなし）	
WO 2018/144846 A1	09.08.2018	JP 2020-507164 A 段落0029,0066 CN 110462540 A	