

(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
2016年1月14日(14.01.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/006588 A1

- (51) 国際特許分類:
G05D 1/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/069473
- (22) 国際出願日: 2015年7月7日(07.07.2015)
- (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 2014-140977 2014年7月9日(09.07.2014) JP
- (71) 出願人: パイオニア株式会社(PIONEER CORPORATION) [JP/JP]; 〒2120031 神奈川県川崎市幸区新小倉1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 花田 義博(HANADA, Yoshihiro); 〒2120031 神奈川県川崎市幸区新小倉1番1号 パイオニア株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 柴田 五雄(SHIBATA, Itsuo); 〒1040031 東京都中央区京橋1丁目19番4号 T A F 京橋ビル5F 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

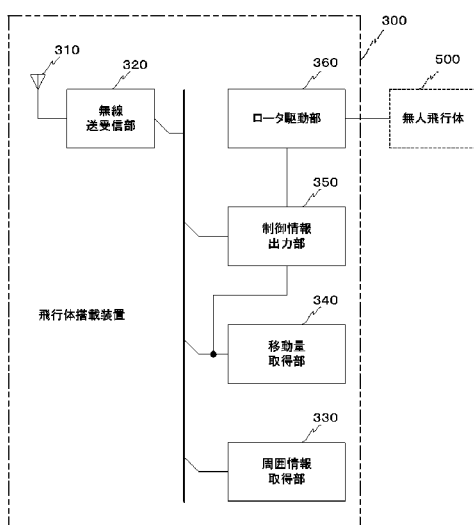
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: MOBILE OBJECT CONTROL DEVICE, MOBILE OBJECT CONTROL METHOD, MOBILE OBJECT CONTROL PROGRAM, AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 移動体制御装置、移動体制御方法、移動体制御プログラム及び記録媒体



300 Flight vehicle mounted device
320 Wireless transmission/reception unit
330 Ambient information acquisition unit
340 Movement amount acquisition unit
350 Control information output unit
360 Rotor drive unit
500 Unmanned flight vehicle

(57) Abstract: A processing control device that is installed outside an unmanned flight vehicle (500) and that is capable of wireless communication with a flight vehicle mounted device (300) that is mounted in the unmanned flight vehicle (500) estimates, on the basis of ambient information acquired by an ambient information acquisition unit (330) provided to the flight vehicle mounted device (300), highly accurate host-position information pertaining to the host-position of a mobile object on a second cycle. Furthermore, by using a movement amount acquisition unit (340) provided to the flight vehicle mounted device (300), the processing control device acquires, on a first cycle shorter than the second cycle, movement amount information pertaining to the amount of movement for each period of the first cycle at lower accuracy than that of the host-position information. A control information output unit (350) provided to the flight vehicle mounted device (300) then calculates flight control information on the basis of the host-position information and the movement amount information and outputs the calculated information, whereby the processing control device controls the movement of the unmanned flight vehicle (500). As a result, it is possible to appropriately control the movement of the mobile object even when the movement speed of the mobile object is high.

(57) 要約:

[続葉有]



無人飛行体（５００）に搭載された飛行体搭載装置（３００）が備える周囲情報取得部（３３０）により取得された周囲情報に基づいて、無人飛行体（５００）の外部に設置され、飛行体搭載装置（３００）との間で無線通信が可能な処理制御装置が、第２周期で移動体の自己位置に関する精度の高い自己位置情報を第２周期で推定する。また、飛行体搭載装置（３００）が備える移動量取得部（３４０）により、第２周期よりも短い第１周期で、第１周期の期間ごとの移動量に関する移動量情報を自己位置情報の精度よりも低い精度で取得する。そして、飛行体搭載装置（３００）が備える制御情報出力部（３５０）が、自己位置情報及び移動量情報に基づいて、飛行制御情報を算出して出力することにより、無人飛行体（５００）の移動を制御する。この結果、移動体の移動速度が高速であっても、適切な移動体の移動制御を行うことができる。

明 細 書

発明の名称：

移動体制御装置、移動体制御方法、移動体制御プログラム及び記録媒体
技術分野

[0001] 本発明は、移動体制御装置、移動体制御方法及び移動体制御プログラム、並びに、当該移動体制御プログラムが記録された記録媒体に関する。

背景技術

[0002] 従来から、ロボット等の移動体の自律移動に際して適用可能な技術として、移動体の自己位置推定と、移動体の周囲の環境地図作成とを同時に行う S L A M (Simultaneous Localization And Mapping) 技術が注目されている。かかる S L A M 技術では、作成された環境地図内における移動体位置が高精度で推定できるようになっている。

[0003] なお、S L A M 技術の実装に際しては、一般的に、移動体の周囲情報を取得するための L i D A R (Light Detection and Ranging) 装置等の周囲情報取得用センサと、所定周期期間ごとの移動体の移動量を取得するための加速度センサ等の移動量取得用センサとを用意するようになっている。ここで、周囲情報取得用センサによる検出結果のデータ量は多く、データ処理にも時間がかかるようになっている。

[0004] こうした S L A M 機能を利用しつつ、現在位置から目標位置までの移動のための経路に沿った移動体の移動を制御する技術が提案されている（特許文献 1 参照：以下、「従来例」と呼ぶ）。この従来例の技術では、周囲情報取得用センサによる検出結果データの処理が終了するたびに、移動体の移動を制御するための制御情報を導出するようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献 1：特開 2 0 1 0 - 0 8 6 4 1 6 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 上述した従来例の技術では、周囲情報取得用センサによる検出結果データに関する処理が終了するたびに、移動体の移動を制御するための制御情報を導出するので、制御情報を導出周期が長くなっている。このため、移動体の移動速度が遅い場合には、移動体の現在位置に基づいた適切な移動制御を実質的に行うことができるといえるが、移動体の移動速度が速くなると、移動体の現在位置に基づいた適切な移動制御を実質的に行うことができるとはいえない。
- [0007] ところで、従来例の技術は、路面上又は床面上を走行する移動体に適用される技術となっており、SLAM処理を行う演算資源が移動体に搭載されている。しかしながら、SLAM処理を行う演算資源は、大きさ、重さ又は電力消費の点から、小型の移動体（特に、小型の飛行体）に搭載するには不向きである。
- [0008] そこで、移動体の外部にSLAM処理を行う演算資源を設置することが考えられるが、上述した周囲情報取得用センサ及び移動量取得用センサは移動体に搭載される必要がある。したがって、これらのセンサの検出データは、無線通信によりSLAM処理を行う演算資源へ送信することになる。しかしながら、上述したように、周囲情報取得用センサによる検出結果データの量が多いことから、周囲情報取得用センサによる検出結果データの送信に時間を要してしまう。
- [0009] したがって、移動体の外部にSLAM処理を行う演算資源を設置したうえで、従来例の技術を適用して移動体の移動制御を行うようにすると、上述した無線通信によるデータ転送時間が、更なる制御遅延要素となってしまう。この結果、適切な移動制御を行いつつ、移動体の移動速度を速くすることが益々困難となる。
- [0010] このため、移動体の移動速度が高速であっても、適切な移動体制御を行うことができる技術が望まれている。かかる要請に応えることが、本発明が解決すべき課題の一つとして挙げられる。

課題を解決するための手段

[0011] 請求項 1 に記載の発明は、移動体に搭載され、前記移動体の周囲情報を取得する周囲情報取得部と；前記移動体に搭載され、第 1 周期で前記移動体の前記第 1 周期の期間ごとの移動量に関する移動量情報を取得する移動量取得部と；前記周囲情報に基づき、前記第 1 周期より長い第 2 周期で前記移動体の自己位置に関する自己位置情報を推定する自己位置推定部と；前記自己位置情報と、前記移動量情報とに基づいて、前記移動体の移動制御に関する制御情報を出力する出力部と；を備えることを特徴とする移動体制御装置である。

[0012] 請求項 10 に記載の発明は、移動体に搭載され、前記移動体の周囲情報を取得する周囲情報取得部と；前記移動体に搭載され、第 1 周期で前記移動体の前記第 1 周期の期間ごとの移動量に関する移動量情報を取得する移動量取得部と；を備え、前記移動体の移動を制御する移動体制御装置において使用される移動体制御方法であって、前記周囲情報に基づき、前記第 1 周期より長い第 2 周期で前記移動体の自己位置に関する自己位置情報を推定する自己位置推定工程と；前記自己位置情報と、前記移動量情報とに基づいて、前記移動体の移動制御に関する制御情報を出力する出力工程と；を備えることを特徴とする移動体制御方法である。

[0013] 請求項 11 に記載の発明は、移動体の移動を制御する移動体制御装置が有するコンピュータに、請求項 10 に記載の移動体制御方法を実行させる、ことを特徴とする移動体制御プログラムである。

[0014] 請求項 12 に記載の発明は、移動体の移動を制御する移動体制御装置が有するコンピュータにより読み取り可能に、請求項 11 に記載の移動体制御プログラムが記録されている、ことを特徴とする記録媒体である。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の一実施形態に係る移動体制御装置を構成する要素の配置、及び、当該要素の一つである処理制御部の構成を説明するための図である。

[図2]図 1 の目標移動ベクトル決定部の構成を説明するための図である。

[図3]図 1 の飛行体搭載装置の構成を説明するための図である。

[図4]図 3 の制御情報出力部の構成を説明するための図である。

[図5]図 2 の目標移動ベクトル決定部による目標移動ベクトル決定処理を説明するためのフローチャートである。

[図6]目標移動ベクトル決定処理により順次決定される目標移動ベクトルの例を説明するための図である。

[図7]図 3 の制御情報出力部による制御情報出力処理を説明するためのフローチャートである。

符号の説明

[0016]	1 0 0	… 移動体制御装置
	2 5 2	… 現在位置推定部
	2 5 3	… 目標移動ベクトル算出部
	3 3 0	… 周囲情報取得部
	3 4 0	… 移動量取得部
	3 5 0	… 制御情報出力部（出力部）
	3 5 1	… 累積移動量推定部
	3 5 6	… 目標移動ベクトル保持部（保持部）
	3 5 7	… 制御情報算出部

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の一実施形態を、図 1 ～図 7 を参照して説明する。なお、以下の説明及び図面においては、同一又は同等の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0018] [構成]

図 1 に示されるように、一実施形態に係る移動体制御装置 1 0 0 は、処理制御装置 2 0 0 と、飛行体搭載装置 3 0 0 とを備えている。ここで、飛行体搭載装置 3 0 0 は、移動体である無人飛行体 5 0 0 に搭載され、無人飛行体 5 0 0 とともに移動する。一方、処理制御装置 2 0 0 は、無人飛行体 5 0 0 の外部の固定位置に配設される。そして、処理制御装置 2 0 0 と飛行体搭載

装置３００との間では、無線通信による情報の授受が行われるようになって
いる。

[0019] なお、本実施形態では、無人飛行体５００は、複数のロータを備えており、これらのロータの回転を制御することにより、飛行制御（移動方向及び移動速度の制御）が可能となっている。

[0020] ＜処理制御装置２００の構成＞

上記の処理制御装置２００は、図１に示されるように、無線送受信部２２０と、記憶部２３０と、ＳＬＡＭ処理部２４０と、目標移動ベクトル決定部２５０とを備えている。また、処理制御装置２００は、入力部２６０と、表示部２７０とを備えている。

[0021] 上記の無線送受信部２２０は、アンテナ２１０を備えて構成されている。この無線送受信部２２０は、アンテナ２１０を利用して、飛行体搭載装置３００との間で情報の送受信を行う。

[0022] 無線送受信部２２０は、アンテナ２１０を介して、飛行体搭載装置３００から送信された情報を受信する。そして、無線送受信部２２０は、当該受信した情報をＳＬＡＭ処理部２４０へ送る。なお、飛行体搭載装置３００から送信される情報には、後述する周囲情報及び移動量情報が含まれている。

[0023] また、無線送受信部２２０は、目標移動ベクトル決定部２５０から送られた後述する目標移動ベクトル情報を受ける。そして、無線送受信部２２０は、当該目標移動ベクトル情報を、アンテナ２１０を介して、飛行体搭載装置３００へ送信する。

[0024] 上記の記憶部２３０は、処理制御装置２００で利用される様々な情報を記憶する。こうして記憶部２３０に記憶される情報としては、ＳＬＡＭ処理部２４０により生成された地図情報が含まれている。この記憶部２３０に対しては、ＳＬＡＭ処理部２４０がアクセス可能となっている。

[0025] 上記のＳＬＡＭ処理部２４０は、飛行体搭載装置３００から送信された周囲情報及び移動量情報を、無線送受信部２２０を介して受ける。ＳＬＡＭ処理部２４０は、当該周囲情報及び移動量情報に基づいて、無人飛行体５００

の自己位置推定処理と、無人飛行体500の周囲の環境地図作成処理とを同時に行うSLAM処理を実行する。そして、SLAM処理部240は、自己位置推定処理により推定された自己位置情報を目標移動ベクトル決定部250へ送るとともに、環境地図作成処理により作成された環境地図情報を記憶部230に格納する。

[0026] なお、SLAM処理部240の自己位置情報の出力周期は周期時間長 TP_2 （例えば、200ms）の第2周期であり、出力される自己位置情報は、出力時点から時間長 TP_2 だけ前の時刻の無人飛行体500の位置を高精度で反映した情報となっている。

[0027] また、SLAM処理部240は、入力部260から送られた地図表示態様指定に応答して、作成された最新の環境地図、及び、最新に推定された環境地図中における無人飛行体500の自己位置を表示部270に表示させるための表示データを生成する。そして、SLAM処理部240は、生成された表示データを表示部270へ送る。この結果、地図表示態様指定に応じた環境地図、及び、無人飛行体500の環境地図中における自己位置が、表示部270に表示される。

[0028] 上記の目標移動ベクトル決定部250は、入力部260から送られた目標位置指定に含まれる環境地図上における目標位置及び当該目標位置までの目標移動時間を受けるとともに、第2周期でSLAM処理部240から送られてくる自己位置情報を受ける。ここで、目標移動時間は、時間長 TP_2 の整数倍が指定されるようになっている。

[0029] 引き続き、目標移動ベクトル決定部250は、当該目標位置、当該目標移動時間及び当該自己位置情報に基づいて、現在位置を推定するとともに、目標移動ベクトル及び目標移動速度を決定する。そして、目標移動ベクトル決定部250は、決定された目標移動ベクトル及び目標移動速度を新たな目標移動ベクトル情報として、無線送受信部220を介して、飛行体搭載装置300へ送信する。

[0030] なお、目標移動ベクトル決定部250の構成の詳細については、後述する

。

[0031] 上記の入力部260は、本実施形態では、キーボード等のストロークデバイスと、マウス等のポインティングデバイスを備えて構成されている。この入力部260に対する入力操作を行うことにより、利用者は、上述した地図表示態様指定及び目標位置指定を入力できるようになっている。

[0032] なお、入力部260は、地図表示態様指定が入力されると、入力結果をSLAM処理部240へ送る。また、入力部260は、目標位置指定が入力されると、入力結果を目標移動ベクトル決定部250へ送る。

[0033] 上記の表示部270は、例えば、液晶パネル、有機EL (Electro Luminescence) パネル、PDP (Plasma Display Panel) 等の表示デバイスを備えて構成されている。この表示部270は、SLAM処理部240から送られた表示データを受けると、当該表示データに対応する画像を表示する。

[0034] 《目標移動ベクトル決定部250の構成》

ここで、上述した目標移動ベクトル決定部250の構成について説明する。

[0035] 目標移動ベクトル決定部250は、図2に示されるように、目標位置保持部251と、現在位置推定部252とを備えている。また、目標移動ベクトル決定部250は、目標移動ベクトル算出部253を備えている。

[0036] 上記の目標位置保持部251は、入力部260から送られた目標位置指定を受ける。そして、目標位置保持部251は、当該目標位置指定に含まれる目標位置及び目標移動時間を保持する。こうして入力部260から送られた目標位置指定の内容を保持すると、目標位置保持部251は、新たな目標位置及び目標移動時間を保持した旨を現在位置推定部252へ送る。

[0037] また、目標位置保持部251は、目標移動ベクトル算出部253から送られた新たな目標移動時間を受けた場合には、保持する目標移動時間を当該新たな目標移動時間に更新する。こうして保持された目標位置及び目標移動時間は、目標移動ベクトル算出部253により読み取り可能となっている。

[0038] 上記の現在位置推定部252は、SLAM処理部240から送られた自己

位置情報、並びに、目標移動ベクトル算出部 253 から送られた目標移動ベクトル及び目標移動速度を受ける。そして、現在位置推定部 252 は、当該自己位置情報、当該目標移動ベクトル及び当該目標移動速度に基づいて、新たな現在位置を推定する。こうして推定された新たな現在位置は、目標移動ベクトル算出部 253 へ送られる。

[0039] なお、現在位置推定部 252 が実行する処理については、後述する。

[0040] 上記の目標移動ベクトル算出部 253 は、目標位置保持部 251 から読み取られた目標位置及び目標移動時間、並びに、現在位置推定部 252 から送られた現在位置を受ける。引き続き、目標移動ベクトル算出部 253 は、当該目標位置、当該目標移動時間及び当該現在位置に基づいて、新たな目標移動ベクトル及び新たな目標移動速度を算出する。そして、目標移動ベクトル算出部 253 は、算出された新たな目標移動ベクトル及び新たな目標移動速度を新たな目標移動ベクトル情報に決定する。こうして決定された目標移動ベクトル情報は、無線送受信部 220 を介して飛行体搭載装置 300 へ送信されるとともに、現在位置推定部 252 へ送られる。

[0041] なお、目標移動ベクトル算出部 253 が実行する処理については、後述する。

[0042] <飛行体搭載装置 300 の構成>

次に、上記の飛行体搭載装置 300 の構成について説明する。

[0043] 飛行体搭載装置 300 は、図 3 に示されるように、無線送受信部 320 と、周囲情報取得部 330 と、移動量取得部 340 とを備えている。また、飛行体搭載装置 300 は、制御情報出力部 350 と、ロータ駆動部 360 とを備えている。

[0044] 上記の無線送受信部 320 は、アンテナ 310 を備えて構成されている。この無線送受信部 320 は、アンテナ 310 を利用して、処理制御装置 200 との間で情報の送受信を行う。

[0045] 無線送受信部 320 は、アンテナ 310 を介して、処理制御装置 200 から送信された目標移動ベクトル情報を受信する。そして、無線送受信部 32

0は、当該受信した目標移動ベクトル情報を制御情報出力部350へ送る。

[0046] また、無線送受信部320は、周囲情報取得部330から送られた周囲情報、及び、移動量取得部340から送られた移動量情報を受ける。そして、無線送受信部320は、当該周囲情報及び移動量情報を、アンテナ310を介して、処理制御装置200へ送信する。

[0047] 上記の周囲情報取得部330は、本実施形態では、L i D A R機能を有している。この周囲情報取得部330は、無人飛行体500の現在位置から全方位に関し、無人飛行体500の現在位置から移動の障害物（例えば、無人飛行体500が屋内を飛行する場合には、壁、柱、梁、天井、床等）までの距離を取得する。そして、周囲情報取得部330は、取得結果を、周囲情報として、無線送受信部320を介して処理制御装置200（より詳細には、S L A M処理部240）へ送信する。

[0048] なお、周囲情報取得部330は、上述した第2周期で、新たな周囲情報を、処理制御装置200へ向けて順次出力するようになっている。

[0049] 上記の移動量取得部340は、本実施形態では、オプティカルフローセンサを備えて構成されている。この移動量取得部340は、オプティカルフローセンサによる検出結果に基づいて、周期時間長 $T P_1$ （例えば、10ms）の第1周期で、周期期間中における移動量情報を取得する。そして、移動量取得部340は、取得された移動量情報を、制御情報出力部350へ送るとともに、無線送受信部320を介して処理制御装置200（より詳細には、S L A M処理部240）へ送信する。

[0050] なお、移動量取得部340は、制御情報出力部350から送られた、地図座標系におけるベクトル成分表現が行われている補正目標移動ベクトルを受ける。そして、移動量取得部340は、補正目標移動ベクトルの方向となっている無人飛行体500の飛行方向の状態で得られるオプティカルフローセンサによる検出結果から得られる移動量を、補正目標移動ベクトルに基づいて、地図座標系におけるベクトル成分表現に変換する。かかる変換の結果が、移動量情報として、制御情報出力部350へ送られるとともに、無線送受

信部 320 を介して処理制御装置 200 へ送信されるようになっている。

[0051] また、上述した時間長 TP_2 は、ほぼ正確に、時間長 TP_1 の整数 M （例えば、「20」）倍となっている。さらに、移動量取得部 340 により取得される移動量情報には、いわゆるオフセット誤差、ランダム誤差等の誤差が含まれており、上述した SLAM 処理部 240 により取得される自己位置情報よりも精度が低い情報となっている。

[0052] 上記の制御情報出力部 350 は、処理制御装置 200（より詳細には、目標移動ベクトル決定部 250）から送られた目標移動ベクトル情報を、無線送受信部 320 を介して受信するとともに、移動量取得部 340 から送られた移動量情報を受ける。そして、制御情報出力部 350 は、当該目標移動ベクトル情報及び当該移動量情報に基づいて飛行制御情報を算出し、算出された飛行制御情報を出力する。こうして出力された飛行制御情報は、ロータ駆動部 360 へ送られる。

[0053] 本実施形態では、制御情報出力部 350 が新たな目標移動ベクトル情報を受信するタイミングと、制御情報出力部 350 が新たな移動量情報を受けるタイミングとが同期するようになっている。すなわち、制御情報出力部 350 は、上述したように第 2 周期の周期時間長 PT_2 （ $=M \cdot PT_1$ ： M は 2 以上の整数）ごとに、 M 個の移動量情報を受ける。そして、当該 M 個の移動量情報のうちの一つの移動量情報を受けた後、時間長 PT_1 よりも十分に短い時間の経過後に目標移動ベクトル情報を受信するように、タイミング同期が図られるようになっている。

[0054] なお、制御情報出力部 350 の構成の詳細については、後述する。

[0055] 上記のロータ駆動部 360 は、制御情報出力部 350 から送られた飛行制御情報を受ける。そして、ロータ駆動部 360 は、当該飛行制御情報に従って、無人飛行体 500 が備える複数のロータを回転駆動する。このため、無人飛行体 500 は、制御情報出力部 350 で算出された飛行制御情報に従った飛行を行うようになっている。

[0056] 《制御情報出力部 350 の構成》

ここで、上述した制御情報出力部 350 の構成について説明する。

- [0057] 制御情報出力部 350 は、図 4 に示されるように、累積移動量推定部 351 を備えている。また、制御情報出力部 350 は、目標移動ベクトル保持部 356 と、制御情報算出部 357 とを備えている。
- [0058] 上記の累積移動量推定部 351 は、処理制御装置 200 から送信された目標移動ベクトル情報を、無線送受信部 320 を介して受信するとともに、移動量取得部 340 から送られた移動量情報を受ける。そして、累積移動量推定部 351 は、目標移動ベクトル情報の受信後、次の目標移動ベクトル情報を受信する期間において、移動量情報を受けるたびに、移動量情報により示された移動量を、順次、累積加算する。この累積加算により算出された累積移動量は、累積移動ベクトルとして、制御情報算出部 357 へ送られる。かかる機能を有する累積移動量推定部 351 は、累積移動量保持部 352 と、加算部 353 とを備えている。
- [0059] 上記の累積移動量保持部 352 は、目標移動ベクトル情報を受信する。そして、累積移動量保持部 352 は、目標移動ベクトル情報を受信すると、保持内容を「0」にリセットする。
- [0060] また、累積移動量保持部 352 は、加算部 353 から送られた新たな加算結果を受けるたびに、保持内容を当該新たな加算結果に更新する。こうして更新された保持内容が、累積移動ベクトルとして、加算部 353 及び制御情報算出部 357 へ送られる。
- [0061] 上記の加算部 353 は、累積移動量保持部 352 から送られた保持内容、及び、移動量取得部 340 から送られた移動量情報を受ける。そして、加算部 353 は、移動量情報を受けるたびに、当該保持内容（その時点での累積移動量）と、当該移動量情報として示されている移動量とを加算する。かかる加算の結果は、累積移動量保持部 352 へ送られる。
- [0062] 上記の目標移動ベクトル保持部 356 は、処理制御装置 200 から送られた目標移動ベクトル情報を、無線送受信部 320 を介して受信する。そして、目標移動ベクトル保持部 356 は、当該目標移動ベクトル情報、すなわち

、目標移動ベクトル及び目標移動速度を保持する。こうして目標移動ベクトル保持部 356 に保持された目標移動ベクトル及び目標移動速度は、制御情報算出部 357 へ送られる。

[0063] 上記の制御情報算出部 357 は、目標移動ベクトル保持部 356 に保持された目標移動ベクトル及び目標移動速度を読み取るとともに、累積移動量推定部 351 から送られた累積移動ベクトルを受ける。そして、制御情報算出部 357 は、当該目標移動ベクトルから累積移動ベクトルを差し引いて補正目標移動ベクトルを算出し、当該算出された補正目標移動ベクトルの方向へ、当該目標移動速度で移動するためのロータ駆動の制御情報を飛行制御情報として算出する。こうして算出された飛行制御情報は、ロータ駆動部 360 へ送られる。また、算出された補正目標移動ベクトルは、移動量取得部 340 へ送られる。

[0064] [動作]

次に、上記のように構成された移動体制御装置 100 の動作について、上述した目標移動ベクトル決定部 250 による目標移動ベクトル決定処理、及び、上述した制御情報出力部 350 による制御情報出力処理に主に着目して説明する。

[0065] なお、以下の説明においては、目標移動ベクトル決定部 250 が新たに目標位置指定を受けた後に最初に自己位置情報を受けた時刻を、時刻 T_0 と記す。さらに、時刻 $(T_0 + j \times P T_0)$ を、時刻 T_j と記す。

[0066] また、SLAM処理部 240 から時刻 T_j に出力される自己位置情報で示される時刻 T_{j-1} における自己位置を、自己位置 Q_{j-1} と記す。さらに、時刻 T_j における予定位置を、予定位置 R_j と記す。ここで、「予定位置」とは、移動量情報に誤差がない状態で、制御情報出力部 350 から出力された制御情報に従って目標移動ベクトルに沿って移動した場合における無人飛行体 500 の位置をいう。

[0067] また、時刻 T_j における推定現在位置を、推定現在位置 CP_j と記す。さらに、推定現在位置 CP_j から自己位置 Q_j までの誤差を、誤差 E_j と記す。

[0068] また、推定現在位置 $C P_j$ を始点とし、時刻 T_0 において指定された目標位置 P_N を終点とするベクトルを目標移動ベクトル $V C T_j$ と記す。また、目標移動時間 $(T M_0 - j \times P T_2)$ を、目標移動時間 $T M_j$ と記す。さらに、目標移動ベクトル $V C T_j$ に沿った移動制御が行われている期間における目標移動速度を目標移動速度 V_j と記す。

[0069] 前提として、無人飛行体500は、時刻 T_0 において位置 P_0 に位置しており、時刻 T_0 より前の時間 $P T_2$ の2倍以上の期間にわたって位置 P_0 から移動していないものとする。この結果、自己位置 Q_{-2} , Q_{-1} , Q_0 は、いずれも位置 P_0 に精度良く一致することになるとともに、目標移動速度 V_{-2} , V_{-1} が「0」となるようになっている。このため、後述する予定位置 R_{-2} , R_{-1} , R_0 及び推定現在位置 $C P_{-2}$, $C P_{-1}$, $C P_0$ 、いずれも位置 P_0 に精度良く一致することになる。

[0070] また、時刻 T_0 において目標移動ベクトル決定部250が新たな目標位置指定を受ける前に、目標位置保持部251に保持されている目標位置は位置 P_0 であるものとする。この結果、目標移動ベクトル $V C T_{-2}$, $V C T_{-1}$ は実質的な「0」ベクトルとなる。

[0071] また、移動量取得部340は、動作を開始しており、移動量情報を、第1周期で目標移動ベクトル決定部250へ送信するとともに、制御情報算出部357へ送っているものとする。また、周囲情報取得部330は、動作を開始しており、周囲情報を、第2周期でSLAM処理部240へ送信しているものとする。さらに、SLAM処理部240は、動作を開始しており、自己位置情報を、第2周期で目標移動ベクトル決定部250へ送っているものとする。

[0072] <目標移動ベクトル決定処理>

まず、目標移動ベクトル決定部250により実行される目標移動ベクトル決定処理について説明する。

[0073] 目標移動ベクトル決定処理に際しては、図5に示されるように、まず、ステップS11において、目標位置保持部251が、新たに目標位置情報を受

けたか否かを判定する。ステップS 1 1における判定の結果が否定的であった場合（ステップS 1 1 : N）には、ステップS 1 1の処理が繰り返される。

[0074] 新たに目標位置情報を受け、ステップS 1 1における判定の結果が肯定的となると（ステップS 1 1 : Y）、目標位置保持部2 5 1は、新たに受けた目標位置情報に含まれる新たな目標位置 P_N 及び新たな目標移動時間（ $N \times P T_2$ ）を内部に保持する。こうして目標位置 P_N 及び目標移動時間（ $N \times P T_2$ ）が内部に保持されると、目標位置保持部2 5 1は、その旨を現在位置推定部2 5 2へ送る。そして、処理はステップS 1 2へ進む。

[0075] ステップS 1 2では、現在位置推定部2 5 2が、SLAM処理部2 4 0から自己位置 R_{-1} を示す自己位置情報を受けたか否かを判定する。ステップS 1 2における判定の結果が否定的であった場合（ステップS 1 2 : N）には、ステップS 1 2の処理が繰り返される。

[0076] 時刻 T_0 となり、SLAM処理部2 4 0から新たな自己位置情報を受け、ステップS 1 2における判定の結果が肯定的となると（ステップS 1 2 : Y）、パラメータ j を「0」に設定する。そして、処理はステップS 1 3へ進む。このステップS 1 3では、現在位置推定部2 5 2が、無人飛行体5 0 0の現在位置の推定を、推定現在位置 $C P_j$ を算出することにより行う。

[0077] かかる推定現在位置 $C P_j$ の算出に際して、現在位置推定部2 5 2は、まず、予定位置 R_{j-1} から自己位置 R_{j-1} までの誤差 E_{j-1} を算出する。ここで、予定位置 R_{j-1} は、予定位置 R_{j-2} から目標移動ベクトル $V C T_{j-2}$ に沿って目標移動速度 V_{j-2} （ $= 0$ ）で移動した場合における時刻 T_{j-1} での位置として算出される。

[0078] なお、「 $j = 0$ 」の場合には、予定位置 R_{-1} （ $=$ 位置 P_0 ）は、推定現在位置 $C P_{-2}$ （ $=$ 位置 P_0 ）から目標移動ベクトル $V C T_{-2}$ （ $=$ 「0」ベクトル）に沿って目標移動速度 V_{-2} （ $= 0$ ）で移動した場合における時刻 T_{-1} での位置として算出される。この結果、誤差 E_{-1} は「0」となる。

[0079] また、「 $j = 1$ 」の場合には、予定位置 R_0 （ $=$ 位置 P_0 ）は、推定現在位置 $C P_{-1}$ （ $=$ 位置 P_0 ）から目標移動ベクトル $V C T_{-1}$ （ $=$ 「0」ベクトル）に沿

って目標移動速度 V_{j-1} ($= 0$) で移動した場合における時刻 T_0 での位置として算出される。この結果、誤差 E_0 も「0」となる。

[0080] 引き続き、ステップ S 1 4 において、現在位置推定部 2 5 2 が、時刻 T_j における推定現在位置 CP_j を算出する。かかる推定現在位置 CP_j の推定に際して、現在位置推定部 2 5 2 は、まず、推定現在位置 CP_{j-1} から目標移動ベクトル $VC_{T_{j-1}}$ に沿って目標移動速度 V_{j-1} で移動した場合における時刻 T_j での予定位置 R_j を算出する。引き続き、現在位置推定部 2 5 2 は、予定位置 R_j に誤差 E_{j-1} を加算して推定現在位置 CP_j とを算出する。そして、現在位置推定部 2 5 2 は、推定現在位置 CP_j を現在位置情報として目標移動ベクトル算出部 2 5 3 へ送る。

[0081] 次に、ステップ S 1 5 において、現在位置情報を受けた目標移動ベクトル算出部 2 5 3 が、目標移動ベクトル情報を算出する。かかる目標移動ベクトル情報の算出に際して、目標移動ベクトル算出部 2 5 3 は、まず、目標位置保持部 2 5 1 から目標位置 P_N 及び目標移動時間 TM_j を読み取る。引き続き、目標移動ベクトル算出部 2 5 3 は、推定現在位置 CP_j を始点とし、目標位置 P_N を終点とする目標移動ベクトル VC_{T_j} を算出する。

[0082] 次に、目標移動ベクトル算出部 2 5 3 は、目標移動ベクトル VC_{T_j} の長さを算出する。引き続き、算出された長さから推定現在位置 CP_j が目標位置 P_N の近傍であるいえるか否かを判定する。この判定の結果が肯定的であった場合には、目標移動ベクトル算出部 2 5 3 は、目標移動速度を「0」とする。そして、目標移動ベクトル算出部 2 5 3 は、目標移動ベクトル及び目標移動速度を、目標移動ベクトルとして、飛行体搭載装置 3 0 0 の制御情報出力部 3 5 0 へ送信するとともに、現在位置推定部 2 5 2 へ送る。なお、本実施形態では、時刻 T_N において、推定現在位置 CP_N が目標位置 P_N の近傍となるようになっている。

[0083] この後、ステップ S 1 5 の処理が終了し、処理はステップ S 1 1 へ戻る。

[0084] 一方、当該判定が否定的であった場合には、目標移動ベクトル算出部 2 5 3 は、算出された新たな目標移動ベクトルの長さを、読み取られた目標移動

時間 $T M_j$ で除算することにより、目標移動速度 V_j を算出する。引き続き、目標移動ベクトル算出部 253 は、目標移動ベクトル $V C T_j$ 及び目標移動速度 V_j を、目標移動ベクトルとして、飛行体搭載装置 300 の制御情報出力部 350 へ送信するとともに、現在位置推定部 252 へ送る。

[0085] 次に、目標移動ベクトル算出部 253 は、新たな目標移動時間 $T M_{j+1}$ ($= T M_j - P T_2$) を算出する。引き続き、目標移動ベクトル算出部 253 は、目標移動時間 $T M_{j+1}$ を目標位置保持部 251 へ送る。この結果、目標位置保持部 251 に保持される目標移動時間が、目標移動時間 $T M_{j+1}$ に更新される。

[0086] 次いで、目標移動ベクトル算出部 253 は、パラメータ j をインクリメントする。

この後、ステップ S 15 の処理が終了し、処理はステップ S 12 へ戻る。

[0087] 以後、ステップ S 11 ~ S 15 の処理が繰り返される。この結果、目標移動ベクトル情報が逐次決定され、決定された目標移動ベクトル情報が、制御情報出力部 350 へ送信される。

[0088] 上記の目標移動ベクトル決定処理により決定される目標移動ベクトルの例が、図 6 に示されている。なお、図 6 においては、目標位置 P_N ($N = 4$) の例が示されている。

[0089] <制御情報出力処理>

次いで、制御情報出力部 350 により実行される目標移動ベクトル決定処理について説明する。

[0090] 制御情報出力部 350 では、目標移動ベクトル保持部 356 が、処理制御装置 200 から送られた目標移動ベクトル情報を受信すると、当該目標移動ベクトル情報、すなわち、目標移動ベクトル及び目標移動速度を保持する。また、制御情報出力部 350 では、累積移動量推定部 351 における累積移動量保持部 352 と加算部 353 とが、上述したようにして協働して、最新に目標移動ベクトル情報を受信した後における無人飛行体 500 の累積移動量を推定する。そして、累積移動量推定部 351 は、累積移動量の推定結果を、累積移動ベクトルの表現態様で、第 1 周期で制御情報算出部 357 へ送

る。この制御情報算出部 357 では、制御情報算出処理が実行される。

[0091] かかる制御情報算出処理では、図 7 に示されるように、ステップ S 21 において、制御情報算出部 357 が、累積移動量推定部 351 から送られた新たな累積移動量ベクトルを受けたか否かを判定する。ステップ S 21 における判定の結果が否定的であった場合（ステップ S 21 : N）には、ステップ S 21 の処理が繰り返される。

[0092] 新たな累積移動量ベクトルを受け、ステップ S 21 における判定の結果が肯定的となると（ステップ S 21 : Y）、処理はステップ S 22 へ進む。このステップ S 22 では、制御情報算出部 357 が、まず、目標移動ベクトル保持部 356 に保持されている目標移動ベクトル及び目標移動速度を読み取る。引き続き、制御情報算出部 357 は、読み取られた目標移動ベクトルから当該新たな累積移動量ベクトルを減算することにより、新たな補正目標移動ベクトルを算出する。

[0093] 次に、ステップ S 23 において、制御情報算出部 357 が、PID 制御演算等を行って、新たな補正目標移動ベクトルの方向に沿って、読み取られた目標移動速度で移動させるための飛行制御情報を算出する。そして、制御情報算出部 357 は、算出された飛行制御情報をロータ駆動部 360 へ出力する。

[0094] こうしてステップ S 23 の処理が終了すると、処理はステップ S 21 へ戻る。以後、ステップ S 21 ~ S 23 の処理が繰り返される。この結果、自己位置情報の推定周期である第 2 周期の周期時間長 PT_2 よりも短い周期時間長 PT_1 の第 1 周期で、飛行制御情報が算出されて、無人飛行体 500 の移動が制御される。

[0095] 以上説明したように、本実施形態では、無人飛行体 500 に搭載された周囲情報取得部 330 により取得された周囲情報に基づいて、SLAM 処理部 240 が、第 2 周期で移動体の自己位置に関する精度の高い自己位置情報を第 2 周期で推定する。また、無人飛行体 500 に搭載された移動量取得部 340 により、第 2 周期よりも短い第 1 周期で、第 1 周期の期間ごとの移動量

に関する移動量情報を自己位置情報の精度よりも低い精度で取得する。そして、目標移動ベクトル決定部 250 が、第 2 周期の周期時間前の自己位置情報に基づいて現時点での目標移動ベクトルを第 2 周期で修正する。また、目標移動ベクトルについての次の修正が行われるまでの間は、制御情報出力部 350 が、移動量情報に基づく第 1 周期での目標移動ベクトルの補正を行いつつ、補正された目標移動ベクトルに基づいて、飛行制御情報を算出して出力することにより、無人飛行体 500 の移動を制御する。

[0096] したがって、本実施形態によれば、無人飛行体 500 の移動速度が高速であっても、適切な飛行制御を行うことができる。

[0097] また、本実施形態では、制御情報出力部 350 から出力された飛行制御情報に従った移動における第 2 周期の周期時間前の前回予定位置から、第 2 周期の周期時間前の自己位置までの誤差を、今回予定位置に加算することにより、現在位置を推定する。このため、移動量情報における誤差を適切に評価して、現時点における目標移動ベクトルを第 2 周期で決定でき、ひいては、無人飛行体 500 の移動速度が高速であっても、適切な飛行制御を行うことができる。

[0098] [実施形態の変形]

本発明は、上記の実施形態に限定されるものではなく、様々な変形が可能である。

[0099] 例えば、上記の実施形態では、第 2 周期の周期時間前の前回予定位置から第 2 周期の周期時間前の自己位置までの誤差を今回予定位置に加算して、現在位置を推定するようにした。これに対し、前回予定位置から第 2 周期の周期時間前の自己位置までの誤差分の 2 倍を今回予定位置に加算することにより、現在位置情報を推定するようにしてもよい。この場合には、移動量情報における誤差においてオフセット誤差が支配的である場合には、上記の実施形態の場合よりも、高精度で現在位置を推定することができ、より適切な目標移動ベクトルを決定することができる。

[0100] また、上記の実施形態では、飛行体搭載装置が制御情報出力部を備えるよ

うにしたが、制御情報出力部の機能を処理制御装置に実装するようにしてもよい。この場合には、飛行体搭載装置の軽量化及び省電力化を更に図ることができる。

[0101] また、上記の実施形態では、移動量取得部がオプティカルフローセンサを備える構成とした。これに対し、オプティカルフローセンサに代えて、ジャイロセンサを備え、飛行体のピッチ角とロール角とから飛行体の速度を推定し、推定された速度の時間積分に基づいて移動量情報を取得するようにしてもよい。また、オプティカルフローセンサに代えて、ジャイロセンサ及び加速度センサを備え、ジャイロセンサによる検出結果から移動方向を推定するとともに、加速度センサによる検出結果から速度を推定し、推定された移動方向及び推定された速度の時間積分に基づいて移動量情報を取得するようにしてもよい。

[0102] また、上記の実施形態では、移動体が無人飛行体である場合に本発明を適用したが、無人飛行体以外の移動体（例えば、路面上又は床面上を走行する車両等）に本発明を適用してもよい。この場合、移動体搭載装置の重量や消費電力に余裕がある場合には、上記の実施形態における処理制御装置の機能の一部又は全部を、移動体搭載装置に実装するようにすることができる。

[0103] また、上記の実施形態では、無人飛行体の移動が2次元移動であるか、又は、3次元移動であるかを明示しなかったが、本発明は、2次元移動及び3次元移動のいずれであっても適用することができる。

[0104] なお、上記の実施形態の処理制御装置を、中央処理装置（CPU: Central Processing Unit）等の演算手段としてのコンピュータを備えた構成とし、予め用意されたプログラムを当該コンピュータで実行することにより、上記の実施形態における処理制御装置の機能を実現するようにしてもよい。また、上記の実施形態の飛行体搭載装置を、中央処理装置等の演算手段としてのコンピュータを備えた構成とし、予め用意されたプログラムを当該コンピュータで実行することにより、上記の実施形態における飛行体搭載装置の機能を実現するようにしてもよい。これらのプログラムはハードディスク、CD

ーROM、DVD等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録され、当該コンピュータによって記録媒体から読み出されて実行される。また、このプログラムは、CD-ROM、DVD等の可搬型記録媒体に記録された形態で取得されるようにしてもよいし、インターネットなどのネットワークを介した配信の形態で取得されるようにしてもよい。

請求の範囲

- [請求項1] 移動体に搭載され、前記移動体の周囲情報を取得する周囲情報取得部と；
- 前記移動体に搭載され、第1周期で前記移動体の前記第1周期の期間ごとの移動量に関する移動量情報を取得する移動量取得部と；
- 前記周囲情報に基づき、前記第1周期より長い第2周期で前記移動体の自己位置に関する自己位置情報を推定する自己位置推定部と；
- 前記自己位置情報と、前記移動量情報とに基づいて、前記移動体の移動制御に関する制御情報を出力する出力部と；
- を備えることを特徴とする移動体制御装置。
- [請求項2] 前記自己位置推定部により推定された前記第2周期長前の自己位置に関する自己位置情報、及び、前記出力部から出力された制御情報に従った移動における前記第2周期長前の前回予定位置に関する前回予定位置情報、並びに、前記出力部から出力された制御情報に従った移動における現時点での今回予定位置に関する今回予定位置情報に基づいて、前記移動体の現在位置に関する現在位置情報を前記第2周期で推定する現在位置推定部と；
- 前記現在位置情報及び目標位置情報に基づいて、目標移動ベクトルを前記第2周期で算出する目標移動ベクトル算出部と；を更に備え、
- 前記出力部は、前記目標移動ベクトル及び前記移動量情報に基づいて、前記制御情報を出力する、
- ことを特徴とする請求項1に記載の移動体制御装置。
- [請求項3] 前記現在位置推定部は、前記前回予定位置から前記第2周期長前の自己位置までの誤差分を前記今回予定位置に加算することにより、前記現在位置情報を推定する、ことを特徴とする請求項2に記載の移動体制御装置。
- [請求項4] 前記現在位置推定部は、前記前回予定位置から前記第2周期長前の自己位置までの誤差分の2倍を前記今回予定位置に加算することによ

り、前記現在位置情報を推定する、ことを特徴とする請求項 2 に記載の移動体制御装置。

[請求項5] 前記出力部は、

前記目標移動ベクトルを保持する保持部と；

前記移動量取得部により取得された移動量情報に基づいて、前記保持部に新たな目標移動ベクトルが保持された時点からの前記移動体の累積移動量を推定する累積移動量推定部と；

前記保持部に保持されている目標移動ベクトルと、前記累積移動量推定部により推定された累積移動量とに基づいて、前記制御情報を算出する制御情報算出部と；

を備えることを特徴とする請求項 2 に記載の移動体制御装置。

[請求項6] 前記保持部に保持される目標移動ベクトルは、前記目標移動ベクトル算出部により新たな目標移動ベクトルが算出されるたびに、前記新たな目標移動ベクトルに更新される、ことを特徴とする請求項 5 に記載の移動体制御装置。

[請求項7] 前記移動量情報の精度は、前記自己位置情報の精度よりも低い、ことを特徴とする請求項 1 に記載の移動体制御装置。

[請求項8] 前記自己位置推定部は、

前記移動体の外部に配設され、

前記周囲情報取得部及び前記移動量取得部との間で無線通信を行う、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の移動体制御装置。

[請求項9] 前記出力部は、前記制御情報を前記第 1 周期で出力する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の移動体制御装置。

[請求項10] 移動体に搭載され、前記移動体の周囲情報を取得する周囲情報取得部と；前記移動体に搭載され、第 1 周期で前記移動体の前記第 1 周期の期間ごとの移動量に関する移動量情報を取得する移動量取得部と；を備え、前記移動体の移動を制御する移動体制御装置において使用さ

れる移動体制御方法であって、

前記周囲情報に基づき、前記第 1 周期より長い第 2 周期で前記移動体の自己位置に関する自己位置情報を推定する自己位置推定工程と；

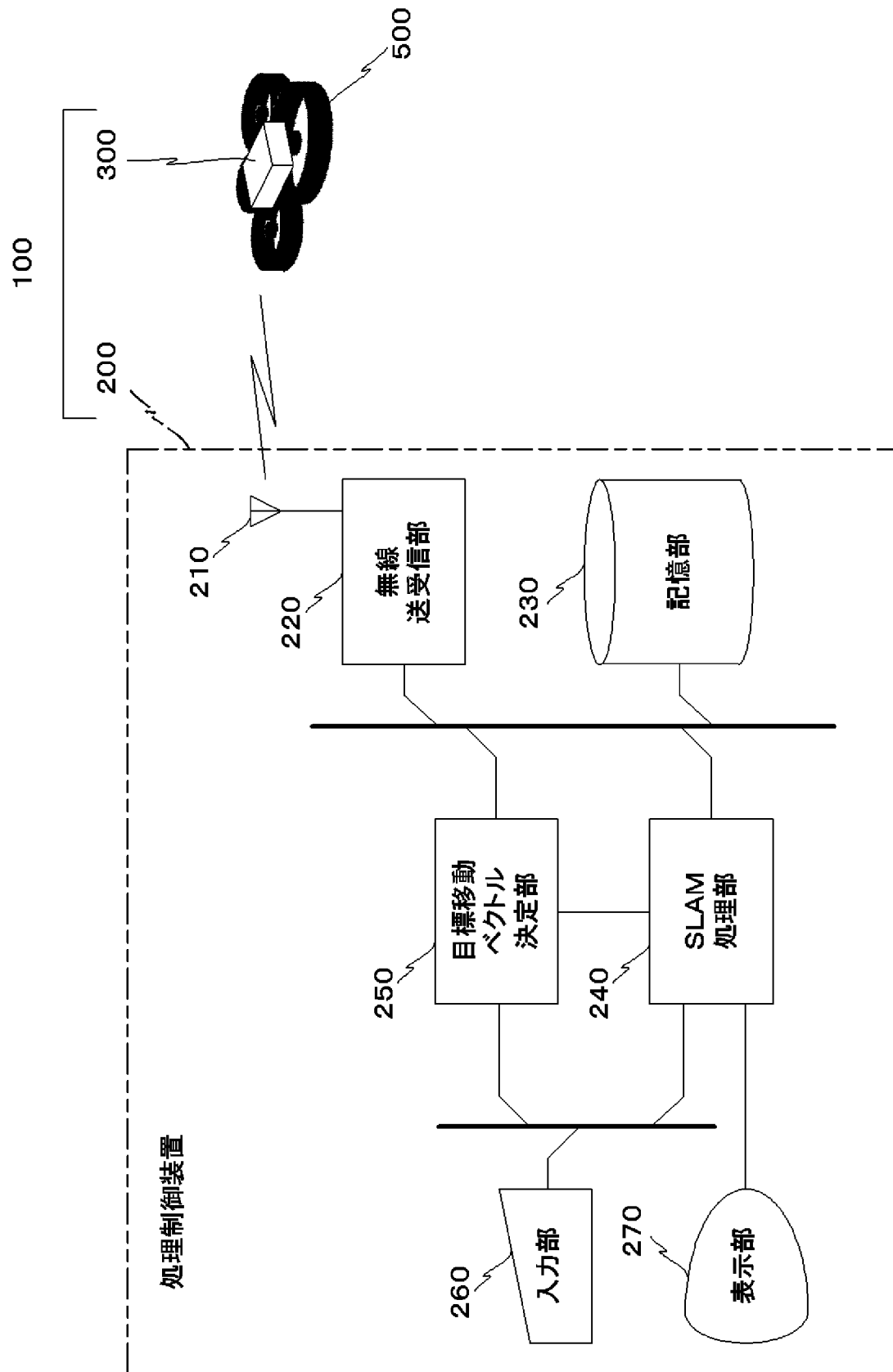
前記自己位置情報と、前記移動量情報とに基づいて、前記移動体の移動制御に関する制御情報を出力する出力工程と；

を備えることを特徴とする移動体制御方法。

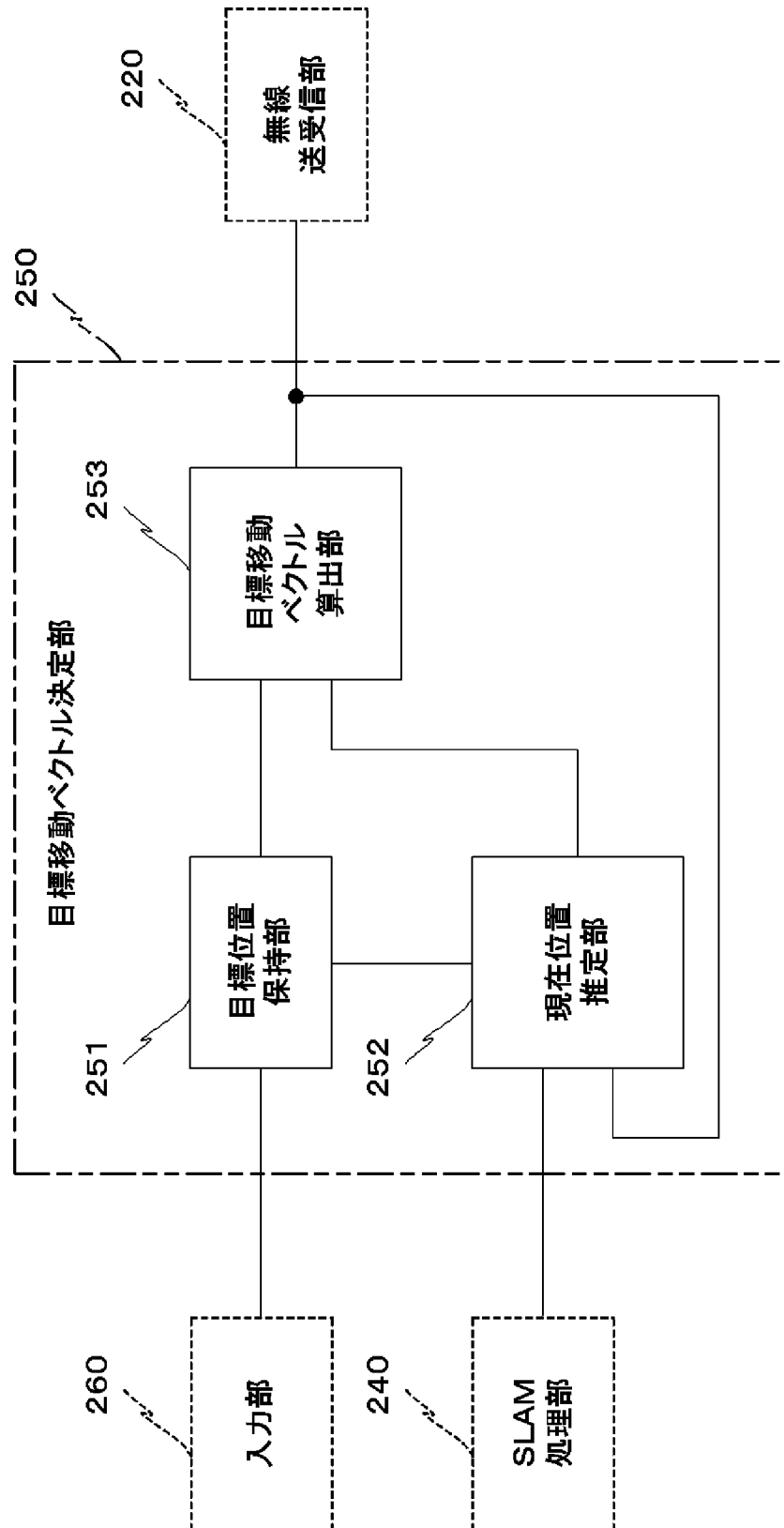
[請求項11] 移動体の移動を制御する移動体制御装置が有するコンピュータに、請求項 10 に記載の移動体制御方法を実行させる、ことを特徴とする移動体制御プログラム。

[請求項12] 移動体の移動を制御する移動体制御装置が有するコンピュータにより読み取り可能に、請求項 11 に記載の移動体制御プログラムが記録されている、ことを特徴とする記録媒体。

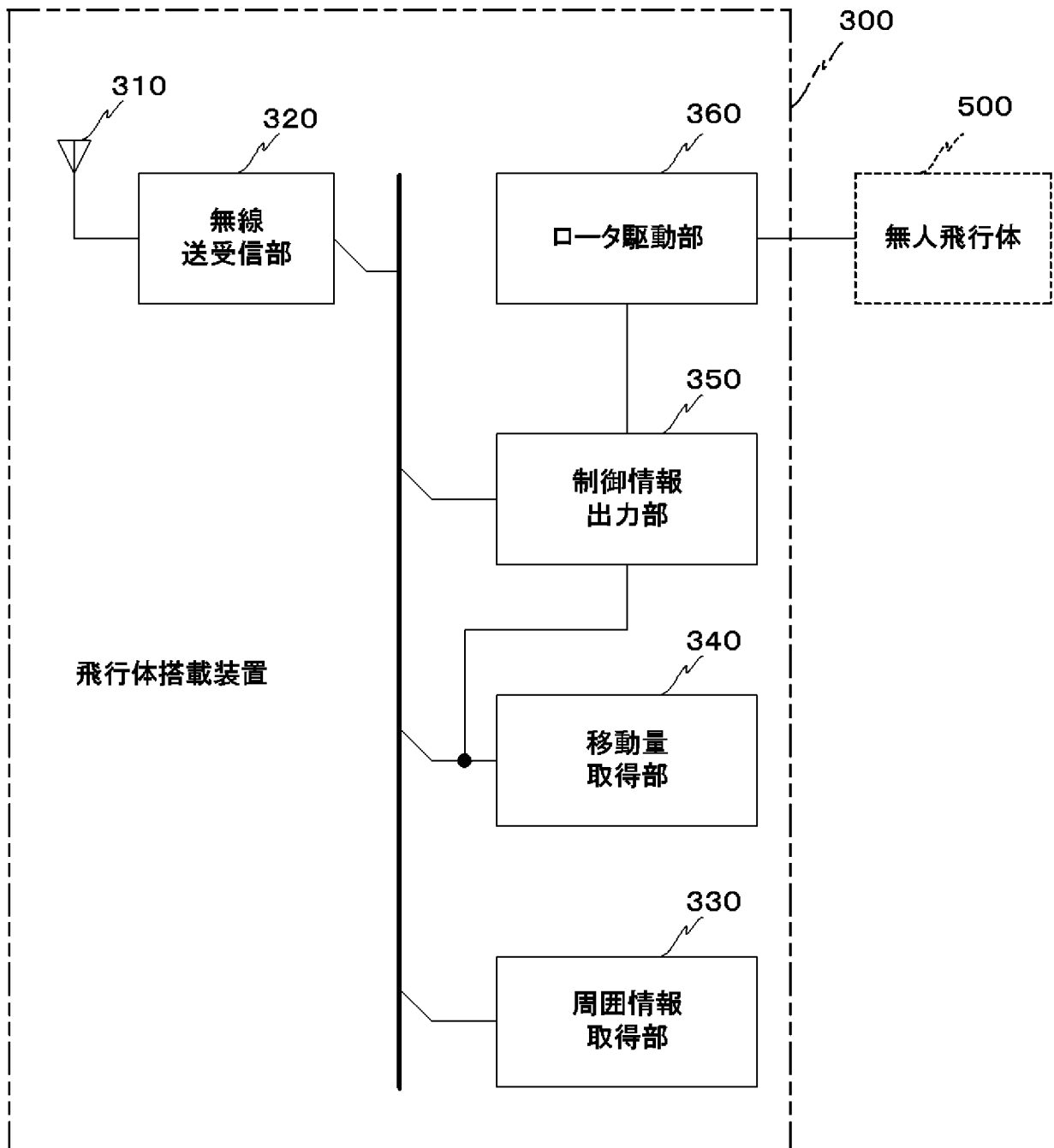
[図1]



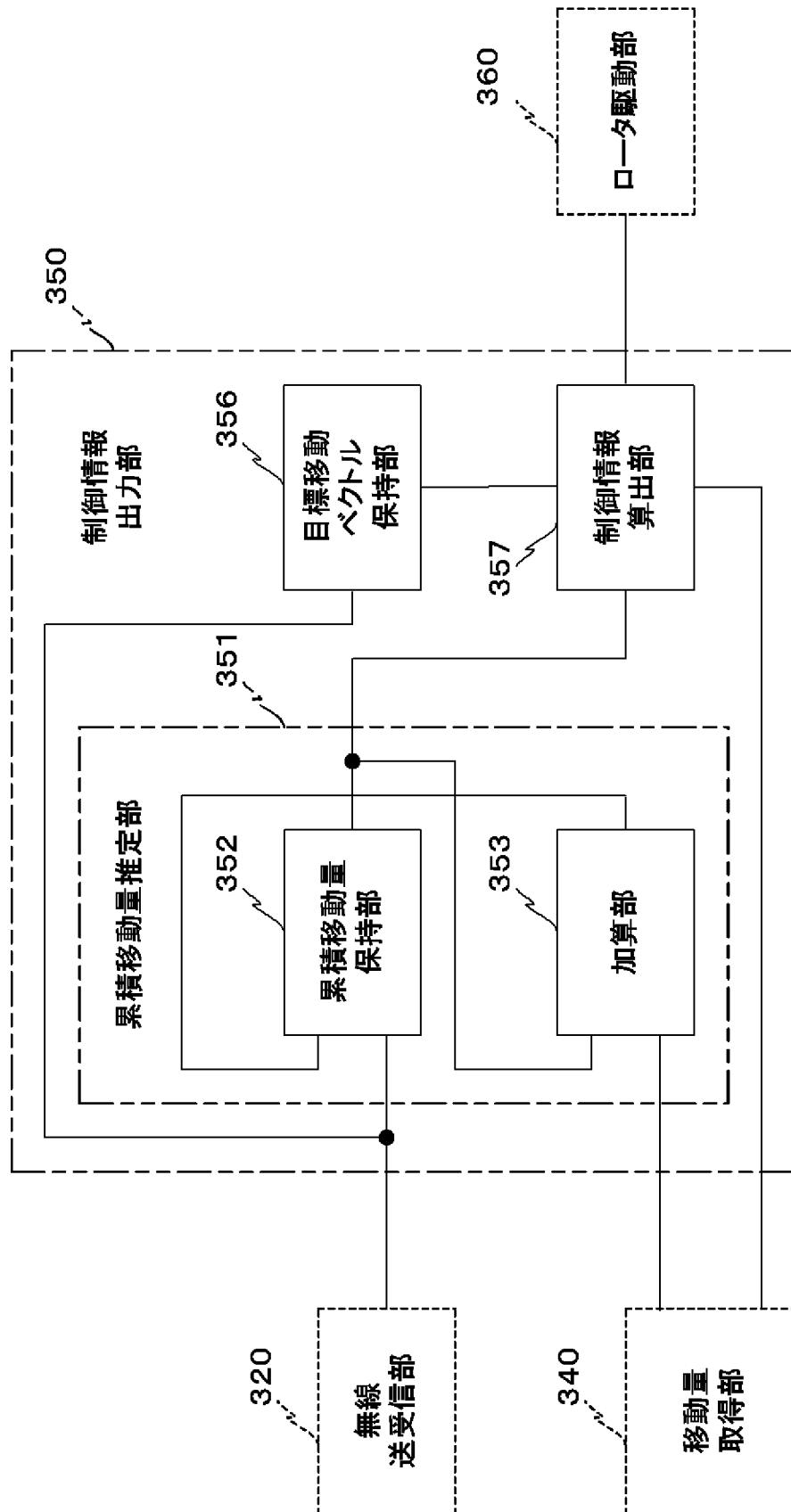
[図2]



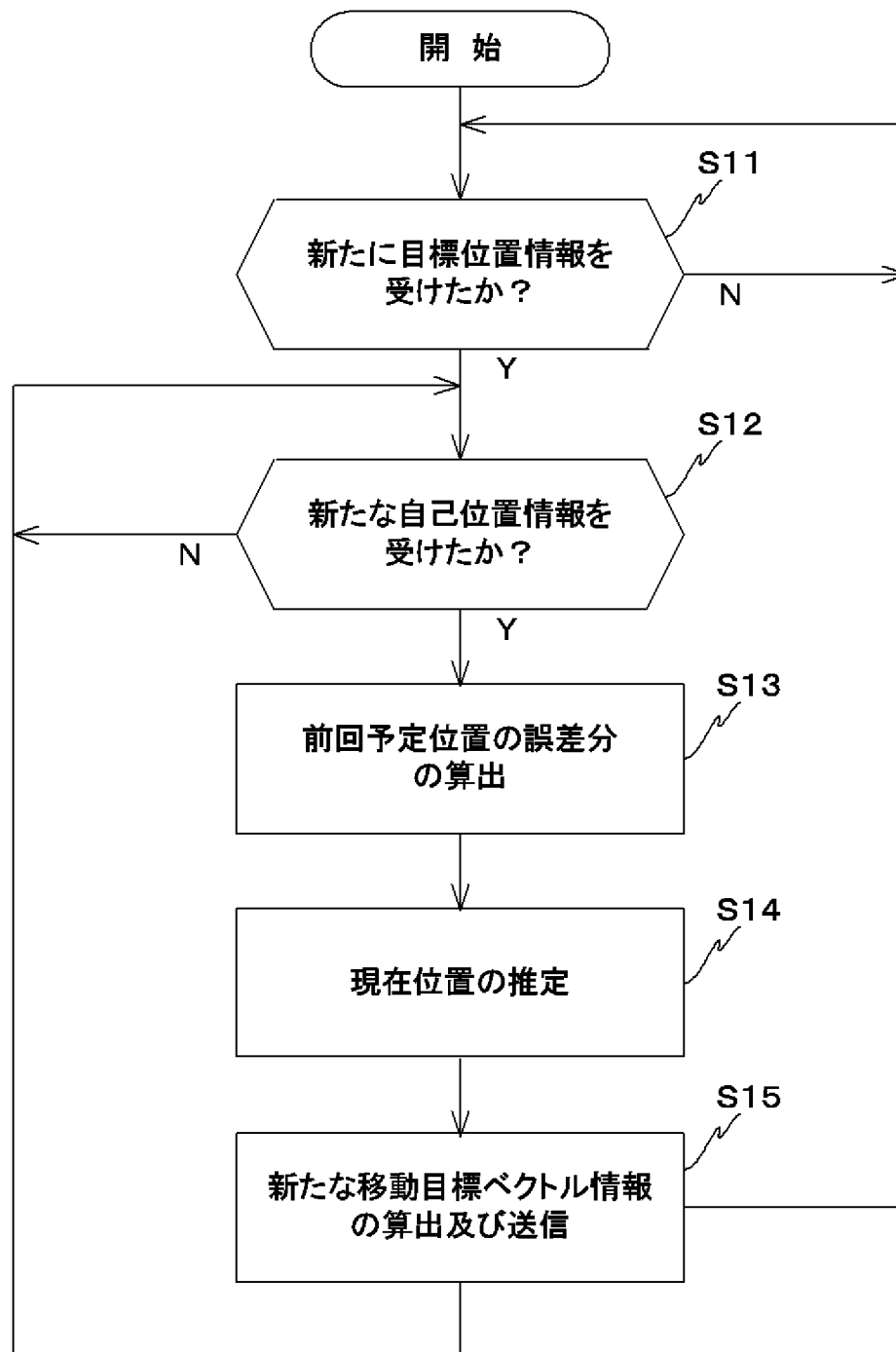
[図3]



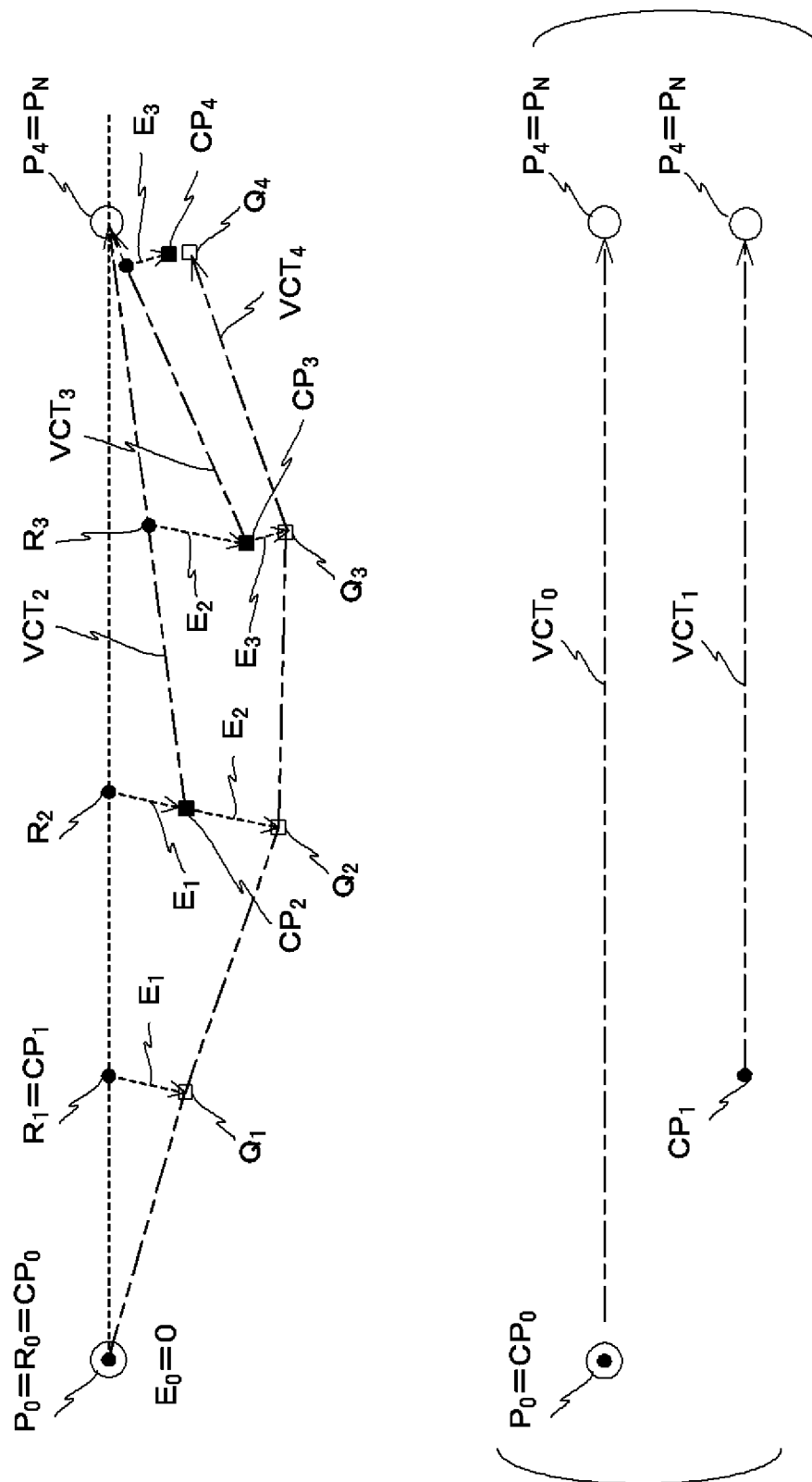
[図4]



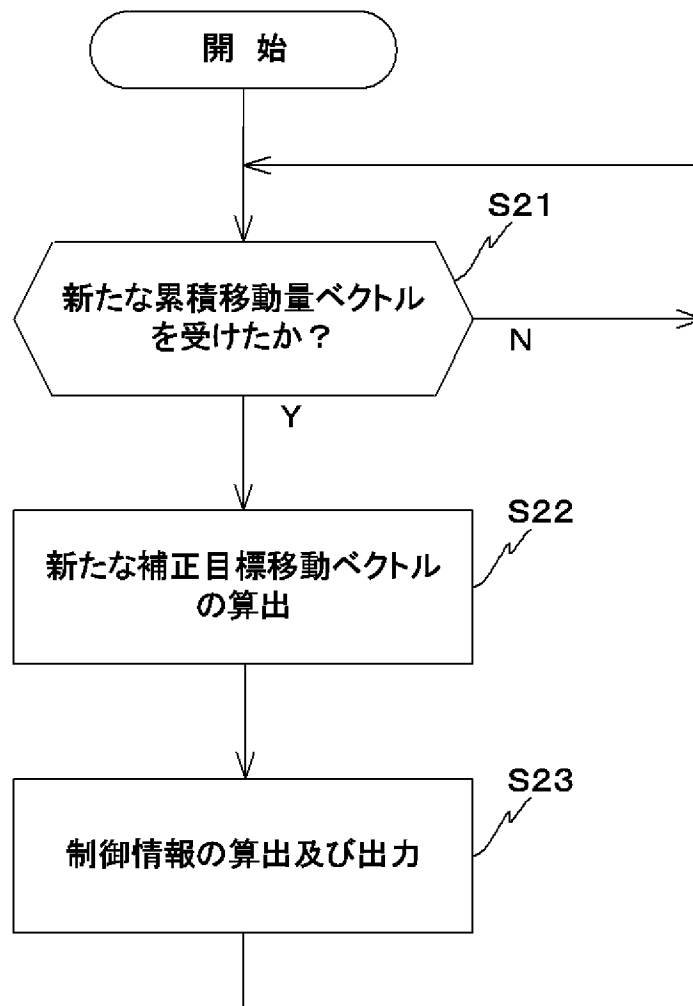
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/069473

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D1/10(2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G05D1/10

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 Y A	JP 2011-209203 A (Sony Corp.), 20 October 2011 (20.10.2011), paragraphs [0023] to [0058]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1, 9-12 8 2-7
Y	Takashi TSUBOUCHI, "Wheeled Mobile Robot Control and Sampling Time", Journal of the Robotics Society of Japan, 15 May 2009 (15.05. 2009), vol.27, no.4, pages 20 to 24, ISSN 0289- 1824, particularly, page 21, left column, line 41 to right column, line 5, fig. 1 to 3	8

☒ 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
05 October 2015 (05.10.15)

Date of mailing of the international search report
13 October 2015 (13.10.15)

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

International application No.

PCT/JP2015/069473

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-86416 A (Murata Machinery Ltd.), 15 April 2010 (15.04.2010), entire text & US 2011/0178669 A1 entire text & WO 2010/038353 A1 & EP 2343615 A1 & KR 10-2011-0038182 A	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G05D1/10(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. G05D1/10

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	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015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 Y A	JP 2011-209203 A（ソニー株式会社）2011. 10. 20, 段落 [0023] - [0058], 図1-5 (ファミリーなし)	1, 9-12 8 2-7
Y	坪内孝司, 車輪型移動ロボット制御とサンプリング時間, 日本ロボット学会誌, 2009. 05. 15, 第27巻, 第4号, p. 20-24, ISSN 0289-1824, 特に p. 21 左欄第41行-同ページ右欄第5行及び図1-3	8

☒ 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矛盾するものではなく、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

05. 10. 2015

国際調査報告の発送日

13. 10. 2015

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

稲垣 浩司

3U

9556

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

C (続き) . 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 2010-86416 A (村田機械株式会社) 2010.04.15, 全文 & US 2011/0178669 A1, 全文 & WO 2010/038353 A1 & EP 2343615 A1 & KR 10-2011-0038182 A	1-12