(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
2018年4月5日(05.04.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/062336 A1

(51) 国際特許分類:
B64C 13/18 (2006.01)　*G01S 19/48* (2010.01)
B64C 27/08 (2006.01)　*G05D 1/10* (2006.01)
B64C 39/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2017/035087

(22) 国際出願日：　2017年9月28日(28.09.2017)

(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 2016-195106　2016年9月30日(30.09.2016)　JP

(71) 出願人: 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目７番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 石川　肇 (ISHIKAWA, Hajime); 〒1088001 東京都港区芝五丁目７番１号日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 大湊　真二 (OOMINATO, Shinji); 〒1088001 東京都港区芝五丁目７番１号日本電気株式会社内 Tokyo (JP).

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

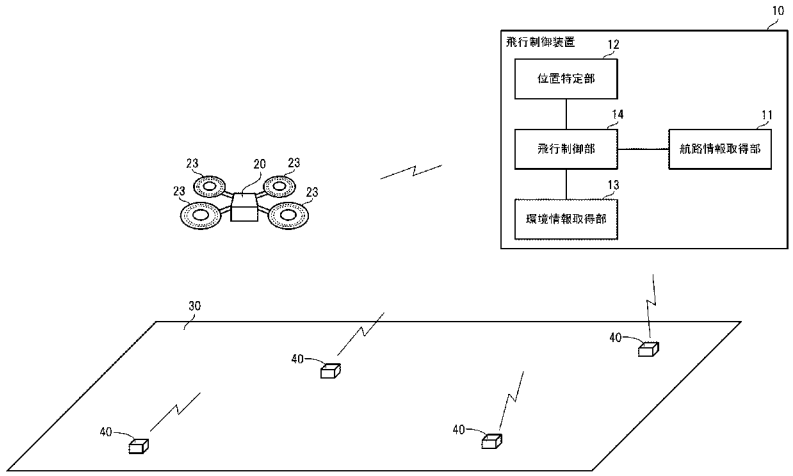
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,

WO 2018/062336 A1

(54) **Title:** FLIGHT CONTROL DEVICE, UNMANNED AERIAL VEHICLE, FLIGHT CONTROL METHOD, AND COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称： 飛行制御装置、無人飛行機、飛行制御方法、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体

[図1]



10 Flight control device
11 Route information acquisition unit
12 Position identification unit
13 Environmental information acquisition unit
14 Flight control unit

(57) **Abstract:** This flight control device 10 comprises a route information acquisition unit 11, a position identification unit 12, an environmental information acquisition unit 13, and a flight control unit 14. The route information acquisition unit 11 acquires route information relating to the preset route of an unmanned aerial vehicle. The position identification unit 12 acquires positional information for identifying the position of the unmanned aerial vehicle 20, and identifies the position of the unmanned aerial vehicle 20 on the basis of the acquired positional information. The environmental information acquisition unit 13 acquires the environmental information of a farm field 30 from a detection device 40. The flight control unit 14 controls the flight of the unmanned aerial vehicle 20 on the basis of the route information acquired by the route information acquisition unit 11, the position of the unmanned aerial vehicle 20 identified by the position identification unit 12 and the environmental information acquired by the environmental information acquisition unit 13.

[続葉有]

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, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約:飛行制御装置１０は、航路情報取得部１１と、位置特定部１２と、環境情報取得部１３と、飛行制御部１４とを備える。航路情報取得部１１は、予め設定された無人飛行機の航路に関する航路情報を取得する。位置特定部１２は、無人飛行機２０の位置を特定するための位置情報を取得して、取得した位置情報に基づいて無人飛行機２０の位置を特定する。環境情報取得部１３は、検出装置４０から圃場３０の環境情報を取得する。飛行制御部１４は、航路情報取得部１１が取得した航路情報、位置特定部１２が特定した無人飛行機２０の位置、及び環境情報取得部１３が取得した環境情報に基づいて、無人飛行機２０の飛行を制御する。

明　細　書

発明の名称 ：

飛行制御装置、無人飛行機、飛行制御方法、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、無人飛行機の飛行を制御する飛行制御装置、それを備えた無人飛行機、飛行制御方法、及びこれらを実現するためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

背景技術

[0002] 従来、「ドローン」と呼ばれる無人飛行機（ＵＡＶ：Unmanned Aerial Vehicle）が、広大な面積を有する圃場において、農薬散布のために利用されている。近年においては、バッテリーの小型化及び高出力化により、動力源として電動モータを利用する小型の無人飛行機が開発されている。とりわけ、操縦性及び安定性の点から、小型のＵＡＶの多くは、複数のローターを備えたマルチコプタータイプとなっている。

[0003] ＵＡＶを自律的に飛行させる場合においては、鉄塔及び送電線などの障害物とＵＡＶとの衝突を回避する必要がある。このため、特許文献１は、ＵＡＶに障害物の座標をあらかじめ飛行ルートと共に入力しておくことで、ＵＡＶが障害物に接近しすぎた場合に、ＵＡＶに障害物を自動的に回避させる技術を提案している。

[0004] 更に、近年、圃場において農薬散布等の作業を行うＵＡＶが開発されている。また、撮像機能を有するＵＡＶが、圃場で栽培されている作物を撮影し、農家が、撮像された画像を用いて作物の生育状況及び病害虫発生の兆候を把握することも行われている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２００３－１２７９９４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ＵＡＶを用いて、圃場で栽培されている作物を撮影し、作物の生育状況及び病害虫発生の兆候を把握したい場合は、予め決められた地点の上空を飛行して当該特定の地点で栽培されている作物を撮影することが要求されることがある。すなわち、圃場環境のいかんによらず、予め決められた地点の上空を飛行することが要求されることがある。

[0007] しかしながら、突風などによる圃場環境の変化により、ＵＡＶが、所定の飛行ルートから外れたり、飛行不能になったりする場合があった。この場合、農薬散布等の作業をＵＡＶによって完遂することができなくなり、営農作業に遅れが生じることがあった。

[0008] 本発明の目的の一例は、圃場環境の変化に応じて無人飛行機の飛行を制御することができる、飛行制御装置、無人飛行機、飛行制御方法、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 上記目的を達成するため、本発明の一側面における飛行制御装置は、圃場において利用される無人飛行機の飛行を制御するための装置であって、

予め設定された無人飛行機の航路に関する航路情報を取得する、航路情報取得部と、

前記無人飛行機の位置を特定するための位置情報に基づいて前記無人飛行機の位置を特定する、位置特定部と、

圃場に設置された検出装置から圃場の環境に関する環境情報を取得する、環境情報取得部と、

前記航路情報取得部が取得した前記航路情報、前記位置特定部が特定した前記無人飛行機の位置、及び前記環境情報取得部が取得した前記環境情報に基づいて前記無人飛行機の飛行を制御する、飛行制御部と、

を備えている、ことを特徴とする。

[0010] また、上記目的を達成するため、本発明の一側面における無人飛行機は、

圃場において利用される無人飛行機の飛行を制御する、飛行制御装置を備え、

前記飛行制御装置は、

予め設定された前記無人飛行機の航路に関する航路情報を取得する、航路情報取得部と、

前記無人飛行機の位置を特定するための位置情報に基づいて前記無人飛行機の位置を特定する、位置特定部と、

圃場に設置された検出装置から圃場の環境に関する環境情報を取得する、環境情報取得部と、

前記航路情報取得部が取得した前記航路情報、前記位置特定部が特定した前記無人飛行機の位置、及び前記環境情報取得部が取得した前記環境情報に基づいて前記無人飛行機の飛行を制御する、飛行制御部と、

を備えている、ことを特徴とする。

[0011] また、上記目的を達成するため、本発明の一側面における飛行制御方法は、圃場において利用される無人飛行機の飛行を制御するための方法であって、

（ａ）予め設定された無人飛行機の航路に関する航路情報を取得する、ステップと、

（ｂ）前記無人飛行機の位置を特定するための位置情報に基づいて前記無人飛行機の位置を特定する、ステップと、

（ｃ）圃場に設置された検出装置から圃場の環境に関する環境情報を取得する、ステップと、

（ｄ）前記（ａ）のステップで取得した前記航路情報、前記（ｂ）のステップで特定した前記無人飛行機の位置、及び前記（ｃ）のステップで取得した前記環境情報に基づいて前記無人飛行機の飛行を制御する、ステップと、

を備えている、ことを特徴とする。

[0012] 更に、上記目的を達成するため、本発明の一側面におけるコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、コンピュータによって、圃場において利用される

無人飛行機の飛行を制御するためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記コンピュータに、

（ａ）予め設定された無人飛行機の航路に関する航路情報を取得する、ステップと、

（ｂ）前記無人飛行機の位置を特定するための位置情報に基づいて前記無人飛行機の位置を特定する、ステップと、

（ｃ）圃場に設置された検出装置から圃場の環境に関する環境情報を取得する、ステップと、

（ｄ）前記（ａ）のステップで取得した前記航路情報、前記（ｂ）のステップで特定した前記無人飛行機の位置、及び前記（ｃ）のステップで取得した前記環境情報に基づいて前記無人飛行機の飛行を制御する、ステップと、

を実行させる、命令を含むプログラムを記録していることを特徴とする。

発明の効果

[0013] 以上のように本発明によれば、圃場環境の変化に応じて無人飛行機の飛行を制御することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図１は、本発明の実施の形態における飛行制御装置の概略構成を示す構成図である。

[図2]図２は、本発明の実施の形態における飛行制御装置の構成を具体的に示すブロック図である。

[図3]図３は、推進速度及び推進方向を算出する際に利用される座標系の一例を示す図である。

[図4]図４は、推進速度及び推進方向の算出例を説明するための図である。

[図5]図５は、推進速度及び推進方向の他の算出例を説明するための図である。

[図6]図６は、無人飛行機にホバリングさせる際の、推進速度及び推進方向の算出例を説明するための図である。

[図7]図７は、無人飛行機にホバリングさせる際の、推進速度及び推進方向の他の算出例を説明するための図である。

[図8]図８は、本発明の実施の形態における飛行制御装置の動作を示すフロー図である。

[図9]図９は、飛行制御装置１０の他の利用例を説明するための図である。

[図10]図１０は、本発明の実施の形態における飛行制御装置を実現するコンピュータの一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0015] （実施の形態）

以下、本発明の実施の形態における、飛行制御装置、無人飛行機、飛行制御方法、及びプログラムについて、図１～図１０を参照しながら説明する。

[0016] ［装置構成］

最初に、本発明の実施の形態における飛行制御装置の構成について説明する。図１は、本発明の実施の形態における飛行制御装置の概略構成を示す構成図である。

[0017] 図１に示すように、本実施の形態における飛行制御装置１０は、無人飛行機２０を制御するための装置である。無人飛行機２０は、圃場３０において、例えば、農薬散布、圃場の撮影、又は圃場で栽培されている作物の撮影等の作業を行なうために用いられる。

[0018] 飛行制御装置１０は、航路情報取得部１１と、位置特定部１２と、環境情報取得部１３と、飛行制御部１４とを備えている。圃場３０には、検出装置４０が設置されている。検出装置４０は、圃場３０の環境に関する情報（以下、環境情報という。）を検出し、検出した環境情報を飛行制御装置１０に送信する。検出装置４０は、例えば、風向風力センサ及び雨量センサを備える。なお、検出装置４０は、複数のセンサを備えていても良く、一つのセンサのみを備えていても良い。例えば、検出装置４０が風向風力センサ及び雨量センサのうちの一方のみを備えていても良く、両方を備えていても良い。検出装置４０は、圃場３０に複数設置されていてもよい。なお、本実施の形

態では、飛行制御装置１０は、無人飛行機２０及び検出装置４０と、例えば、無線ＬＡＮで用いられる通信規格（Ｗｉ－Ｆｉ等）を利用して無線通信することができる。

[0019] 航路情報取得部１１は、予め設定された無人飛行機の航路に関する航路情報を取得する。航路情報は、例えば、図示しないユーザーインターフェースを介して、無人飛行機２０の管理者によって航路情報取得部１１に入力される。航路情報には、例えば、無人飛行機２０の飛行ルート及び飛行速度が含まれる。

[0020] 位置特定部１２は、無人飛行機２０の位置を特定するための位置情報を取得して、取得した位置情報に基づいて無人飛行機２０の位置を特定する。詳細は後述するが、位置特定部１２は、例えば、上記位置情報を、無人飛行機２０及び検出装置４０から取得することができる。

[0021] 環境情報取得部１３は、検出装置４０から圃場３０の環境情報を取得する。環境情報としては、例えば、風速、風向、及び雨量等を挙げることができる。

[0022] 飛行制御部１４は、航路情報取得部１１が取得した航路情報、位置特定部１２が特定した無人飛行機２０の位置、及び環境情報取得部１３が取得した環境情報に基づいて、無人飛行機２０の飛行を制御する。

[0023] このように、本実施の形態では、飛行制御部１４は、環境情報取得部１３が取得した圃場３０の環境情報を考慮して、無人飛行機２０の飛行を制御する。この場合、圃場３０の環境が変化したとしても、その環境の変化に応じて、無人飛行機２０の飛行を制御することができる。これにより、無人飛行機２０が、所定の飛行ルートから外れたり、飛行不能になったりすることを抑制することができる。

[0024] なお、従来、無人飛行機の管理者は、作業の都度、圃場の環境を調べて、その環境に応じて、無人飛行機が実行できる作業及び作業可能な場所等を見極めたうえで、無人飛行機の飛行ルートを設定する必要があった。これは、無人飛行機の管理者にとって負担が大きかった。さらに、無人飛行機の管理

者は、営農作業の内容と、無人飛行機の能力との両方に精通している必要があった。

[0025] しかしながら、そのような管理者を圃場ごとに確保することは容易ではなかった。一方、本実施の形態では、飛行制御部１４は、環境情報取得部１３が取得した圃場３０の環境情報を考慮して、無人飛行機２０の飛行を制御する。これにより、無人飛行機２０が、所定の飛行ルートから外れたり、飛行不能になったりすることを抑制することができる。したがって、無人飛行機２０の管理者は、作業の都度圃場３０の環境を調べることなく、無人飛行機２０の飛行ルート等を設定することができる。これにより、無人飛行機２０の管理者の負担が軽減される。また、営農作業の内容と、無人飛行機２０の能力との両方に精通している者でなくても、無人飛行機２０を管理することができる。

[0026] 続いて、図１に加え、図２～図１０を用いて、本実施の形態における飛行制御装置１０の構成について更に具体的に説明する。図２は、本発明の実施の形態における飛行制御装置の構成を具体的に示すブロック図である。また、図２は、制御対象となる無人飛行機の構成についても開示している。

[0027] まず、図１に示したように、本実施の形態において、制御対象となる無人飛行機２０は、複数のローターを備えたマルチコプターであり、いわゆるドローンである。図２に示すように、無人飛行機２０は、データ処理部２１と、ＧＰＳ信号受信部２２と、推力発生部２３と、無線通信部２４と、発信機２５とを備えている。なお、本実施の形態において、無人飛行機２０は、マルチコプターに限定されることはない。無人飛行機２０は、ホバリングできる形態であれば良い。

[0028] 無人飛行機２０において、推力発生部２３は、図１の例では、４つ備えられており、それぞれ、推力を発生させるローターとその駆動源となる電動機とを備えている。なお、図面が煩雑になることを避けるために、図２においては、推力発生部２３を１つのみ示している。無線通信部２４は、飛行制御装置１０との間で無線によるデータ通信を実行している。発信機２５は、無

人飛行機２０の位置を特定するための電波を発信する。

[0029] ＧＰＳ信号受信部２２は、衛星からのＧＰＳ（Global Positioning System）信号を受信し、受信したＧＰＳ信号をデータ処理部２１に送信する。

[0030] データ処理部２１は、ＧＰＳ信号受信部２２から送信されてきたＧＰＳ信号に基づいて、無人飛行機２０の現在の位置及び高度を算出し、算出した位置及び高度を、位置情報として、無線通信部２４を介して飛行制御装置１０へ送信する。また、データ処理部２１は、無線通信部２４を介して飛行制御装置１０から受信した飛行制御情報に基づいて、各推力発生部２３の推力を調整する。これにより、後述するように、無人飛行機２０の推進速度および推進方向が制御される。

[0031] 本実施の形態では、無人飛行機２０の発信機２５から発信された電波は、複数の検出装置４０によって受信される。検出装置４０は、発信機２５が受信エリア内に入ると、受信した電波の強度を特定する情報を、位置情報として飛行制御装置１０へ送信する。また、本実施の形態では、検出装置４０は、圃場３０の環境情報として、風速及び風向を検出し、検出した風速及び風向を飛行制御装置１０へ送信する。なお、本実施の形態では、各検出装置４０に、発信機２５から発信された電波を受信する受信機と、圃場３０の環境情報を検出するセンサとが設けられているが、上記受信機と上記センサとが、異なる検出装置４０に設けられていても良い。すなわち、位置情報を飛行制御装置１０へ送信する検出装置４０と、環境情報を飛行制御装置１０へ送信する検出装置４０とが、別個に設けられていても良い。

[0032] 図２に示すように、本実施の形態では、飛行制御装置１０は、無人飛行機２０の外部に設置される。本実施の形態では、飛行制御装置１０は、上述の航路情報取得部１１、位置特定部１２、環境情報取得部１３、及び飛行制御部１４に加えて、無線通信部１５を備えている。無線通信部１５は、無人飛行機２０及び複数の検出装置４０との間で、無線によるデータ通信を実行する。

[0033] 本実施の形態では、位置特定部１２は、無線通信部１５を介して、無人飛

行機２０及び複数の検出装置４０からそれぞれ位置情報を取得する。位置特定部１２は、無人飛行機２０から取得した位置情報、及び複数の検出装置４０から取得した位置情報のいずれか一方に基づいて、無人飛行機２０の位置を特定する。

[0034] 具体的には、例えば、無人飛行機２０においてＧＰＳ信号受信部２２が予め設定された閾値以上の受信強度でＧＰＳ信号を受信している場合には、位置特定部１２は、無人飛行機２０から取得した位置情報に基づいて無人飛行機２０の位置を特定することができる。一方、ＧＰＳ信号受信部２２が、予め設定された閾値未満の受信強度でＧＰＳ信号を受信している場合には、例えば、位置特定部１２は、複数の検出装置４０から取得した位置情報に基づいて無人飛行機２０の位置を特定することができる。この場合、位置特定部１２は、各検出装置４０からのデータに基づいて、各検出装置４０で受信した電波の強度を特定し、更に、特定した強度に基づいて、各検出装置４０と無人飛行機２０（発信機２５）との距離を算出する。そして、位置特定部１２は、予め特定されている検出装置４０それぞれの位置と、各検出装置４０から無人飛行機２０までの距離とを用いて、無人飛行機２０の位置を特定する。

[0035] このように無人飛行機２０の位置を特定することによって、例えば、山の近く、又は厚い雲の下などにおいて、無人飛行機２０がＧＰＳ信号を適切に受信できない環境においても、飛行制御装置１０は、無人飛行機２０の位置を適切に把握することができる。また、複数の検出装置４０から取得した位置情報に基づいて無人飛行機２０の位置を特定する場合、ＧＰＳ信号に基づいて無人飛行機２０の位置を特定する場合に比べて、無人飛行機２０の地表からの高さを正確に測定することができる。これにより、無人飛行機２０の高度を適切な位置で維持することが可能になる。

[0036] また、ＧＰＳ信号の受信強度が予め設定された閾値未満の場合は、位置特定部１２は、以下の処理によって無人飛行機２０の位置を特定することもできる。例えば、各検出装置４０が固有のビーコン信号を出力し、そのビーコ

ン信号に対して、無人飛行機２０が応答信号を出力しているとする。この場合においては、各検出装置４０は、ビーコン信号を出力した後、無人飛行機２０から出力された応答信号を受信するまでの時間（応答遅れ）を検出し、検出した応答遅れから、自身と無人飛行２０との距離を算出することができる。そして、各検出装置４０は、算出した無人飛行機２０との距離を、位置情報として飛行制御装置１０へ送信する。その後、上述の例と同様に、位置特定部１２は、予め特定されている検出装置４０それぞれの位置と、各検出装置４０から無人飛行機２０までの距離（位置情報）とを用いて、無人飛行機２０の位置を特定する。なお、各検出装置４０は、検出した応答遅れを、位置情報として飛行制御装置１０へ送信しても良い。この場合、位置特定部１２は、各検出装置４０が検出した応答遅れに基づいて各検出装置４０と無人飛行機２０との距離を算出し、算出した距離に基づいて無人飛行機２０の位置を特定しても良い。

[0037] また、無人飛行機２０がビーコン信号を出力し、そのビーコン信号に対して各検出装置４０が固有の応答信号を出力しているとする。この場合においては、無人飛行機２０は、ビーコン信号を出力した後、各検出装置４０から出力された応答信号を受信するまでのそれぞれの時間（応答遅れ）を検出し、検出した各応答遅れから、自身と各検出装置４０との距離を算出することができる。そして、無人飛行機２０は、算出した各検出装置４０との距離を、位置情報として飛行制御装置１０へ送信する。その後、この場合も、位置特定部１２は、予め特定されている検出装置４０それぞれの位置と、各検出装置４０から無人飛行機２０までの距離（位置情報）とを用いて、無人飛行機２０の位置を特定する。なお、この場合も、無人飛行機２０は、検出した各応答遅れを、位置情報として飛行制御装置１０へ送信しても良い。この場合、位置特定部１２は、無人飛行機２０が検出した各応答遅れに基づいて各検出装置４０と無人飛行機２０との距離を算出し、算出した距離に基づいて無人飛行機２０の位置を特定しても良い。

[0038] なお、位置特定部１２は、例えば、予め設定された領域（例えば、無人飛

行機２０によるＧＰＳ信号の受信が困難だと予想される領域）において、複数の検出装置４０から取得した位置情報に基づいて無人飛行機２０の位置を特定してもよい。

[0039] 飛行制御部１４は、予め特定されている複数の検出装置４０の位置と、複数の検出装置４０が検出した風速及び風向とに基づいて、位置特定部１２が特定した無人飛行機２０の位置における風速及び風向を算出する。以下、位置特定部１２が特定した無人飛行機２０の位置を、無人飛行機２０の特定位置という。本実施の形態では、飛行制御部１４は、例えば、風速及び風向を検出した各検出装置４０間の距離、検出装置４０が検出した風速及び風向、ならびに無人飛行機２０の特定位置と各検出装置４０との距離（例えば、水平方向における距離）に基づいて、無人飛行機２０の特定位置における風速及び風向を算出する。

[0040] また、飛行制御部１４は、算出した無人飛行機２０の特定位置における風速及び風向、ならびに航路情報取得部１１が取得した無人飛行機２０の飛行ルート及び飛行速度に基づいて、無人飛行機２０の推進速度及び推進方向を算出する。更に、飛行制御部１４は、算出した推進速度及び推進方向で無人飛行機２０を飛行させるための飛行制御情報を生成する。飛行制御部１４は、生成した飛行制御情報を、無線通信部１５を介して無人飛行機２０へ送信する。なお、推進速度及び推進方向とは、風の影響をキャンセルして、無人飛行機２０を、航路情報取得部１１が取得した飛行ルート及び飛行速度で飛行させるための、速度及び方向である。以下、飛行制御部１４における推進方向及び推進速度の算出例について簡単に説明する。

[0041] 図３は、推進速度及び推進方向を算出する際に利用される座標系の一例を示す図である。図３に示す座標系では、無人飛行機２０の中心から地表面に向かって鉛直方向に伸びる垂線と地表面との交わる点を原点とし、東西方向に平行な軸がｘ軸に設定され、南北方向に平行な軸がｙ軸に設定されている。この座標系は、無人飛行機２０を中心に設定される座標系であり、無人飛行機２０の移動に伴い、原点は時々刻々移動することになる。

[0042] 図４は、航路情報取得部１１が取得した航路情報において設定されている無人飛行機２０の飛行方向に対して交差する方向に風が吹いている場合の、推進速度及び推進方向の算出例を説明するための図である。図４においては、航路情報取得部１１が取得した航路情報において設定されている無人飛行機２０の飛行速度及び飛行方向を示す速度ベクトルが、上述の座標系を利用した速度ベクトルＶｐｌａｎ＝ｆｐ（ｘ，ｙ）として表されている。また、飛行制御部１４によって算出された無人飛行機２０の特定位置における風速及び風向を示す速度ベクトルが、上述の座標系を利用した速度ベクトルＶｗｉｎｄ＝ｆｗ（ｘ，ｙ）として表されている。また、飛行制御部１４によって算出された無人飛行機２０の推進速度及び推進方向を示す速度ベクトルが、上述の座標系を利用した速度ベクトルＶｄｒｏｎｅ＝ｆｄ（ｘ，ｙ）として表されている。更に、速度ベクトルＶｄｒｏｎｅに従って無人飛行機２０の推力発生部２３の推力を調整した場合の、無人飛行機２０の飛行速度及び飛行方向を示す速度ベクトルが、上述の座標系を利用した速度ベクトルＶｔｒａｃ＝ｆｔ（ｘ，ｙ）として表されている。

[0043] 図４を参照して、本実施の形態では、飛行制御部１４は、速度ベクトルＶｔｒａｃが速度ベクトルＶｐｌａｎに一致するように、速度ベクトルＶｐｌａｎと速度ベクトルＶｗｉｎｄとを用いて、速度ベクトルＶｄｒｏｎｅを算出する。そして、飛行制御部１４は、算出した速度ベクトルＶｄｒｏｎｅに従って無人飛行機２０を飛行させるための飛行制御情報を、無線通信部１５を介して無人飛行機２０へ送信する。これにより、無人飛行機２０は、風の影響をキャンセルして、予め設定された飛行ルート及び飛行速度で飛行することができる。

[0044] 一方、図５を参照して、速度ベクトルＶｗｉｎｄを考慮せずに速度ベクトルＶｐｌａｎに従って無人飛行機２０の飛行を制御した場合、風の影響をキャンセルできないので、速度ベクトルＶｔｒａｃと速度ベクトルＶｐｌａｎとを一致させることができない。このため、予め設定された飛行ルートに沿って無人飛行機２０を飛行させる場合、無人飛行機２０の位置が予め設定さ

れた飛行ルートから外れるごとに、無人飛行機２０の位置を修正する必要がある。この場合、無人飛行機２０がジグザグに飛行することになり、無人飛行機２０を用いた作業に支障が出るおそれがある。

[0045] 図６は、無人飛行機２０をホバリングさせる際の、推進速度及び推進方向の算出例を説明するための図である。

[0046] 図６を参照して、無人飛行機２０をホバリングさせる場合、飛行制御部１４は、速度ベクトルＶｔｒａｃが零になるように、速度ベクトルＶｗｉｎｄを用いて、速度ベクトルＶｄｒｏｎｅを算出する。そして、飛行制御部１４は、算出した速度ベクトルＶｄｒｏｎｅに従って無人飛行機２０を飛行させるための飛行制御情報を、無線通信部１５を介して無人飛行機２０へ送信する。これにより、無人飛行機２０は、風の影響をキャンセルして、ホバリングすることができる。

[0047] 一方、図７を参照して、速度ベクトルＶｗｉｎｄを考慮せずに速度ベクトルＶｐｌａｎに従って無人飛行機２０の飛行を制御した場合、風の影響をキャンセルできないので、速度ベクトルＶｔｒａｃを零にできない。この場合、無人飛行機２０の位置が予め設定されたホバリングの位置から外れるごとに、無人飛行機２０の位置を修正する必要がある。これにより、無人飛行機２０を安定してホバリングさせることができなくなる。

[0048] ［装置動作］

次に、本発明の実施の形態における飛行制御装置１０の動作について図８を用いて説明する。図８は、本発明の実施の形態における飛行制御装置の動作を示すフロー図である。以下の説明においては、適宜図１～図７を参酌する。また、本実施の形態では、飛行制御装置１０を動作させることによって、飛行制御方法が実施される。よって、本実施の形態における飛行制御方法の説明は、以下の飛行制御装置１０の動作説明に代える。

[0049] 図８に示すように、最初に、飛行制御装置１０において航路情報取得部１１は、予め設定された航路情報を取得する（ステップＡ１）。次に、位置特定部１２は、無人飛行機２０又は複数の検出装置４０から位置情報を取得し

て、無人飛行機２０の位置を特定する（ステップＡ２）。また、環境情報取得部１３は、複数の検出装置４０から、圃場３０の環境情報（本実施形態では、風速及び風向）を取得する（ステップＡ３）。

[0050] 次に、飛行制御部１４は、予め特定されている複数の検出装置４０の位置と、複数の検出装置４０が検出した風速及び風向とに基づいて、位置特定部１２が特定した無人飛行機２０の位置（特定位置）における風速及び風向を算出する（ステップＡ４）。なお、ステップＡ４においては、飛行制御部１４は、特定位置に最も近い検出装置４０によって検出された風速及び風向を、特定位置における風速及び風向として算出してもよい。

[0051] 次に、飛行制御部１４は、無人飛行機２０の特定位置における風速及び風向と、航路情報取得部１１が取得した無人飛行機２０の飛行ルート及び飛行速度に基づいて、無人飛行機２０の推進速度及び推進方向を算出する（ステップＡ５）。最後に、飛行制御部１４は、算出した推進速度及び推進方向で無人飛行機２０を飛行させるための飛行制御情報を生成し、無人飛行機２０へ送信する（ステップＡ６）。

[0052] ［プログラム］

本実施の形態におけるプログラムは、コンピュータに、図８に示すステップＡ１～Ａ６を実行させるプログラムであれば良い。このプログラムをコンピュータにインストールし、実行することによって、本実施の形態１における飛行制御装置１０と飛行制御方法とを実現することができる。この場合、コンピュータのＣＰＵ（Central Processing Unit）は、航路情報取得部１１、位置特定部１２、環境情報取得部１３、飛行制御部１４、及び無線通信部１５として機能し、処理を行なう。

[0053] また、本実施の形態におけるプログラムは、複数のコンピュータによって構築されたコンピュータシステムによって実行されても良い。この場合は、例えば、各コンピュータが、それぞれ、航路情報取得部１１、位置特定部１２、環境情報取得部１３、飛行制御部１４、及び無線通信部１５のいずれかとして機能しても良い。

[0054] ［変形例］

上述の実施形態では、検出装置４０が風速及び風向を検出する場合について説明したが、検出装置４０が、雨量等の他の環境情報を検出してもよい。

[0055] 上述の実施形態では、ステップＡ５において、飛行制御部１４が、風をキャンセルできるように推進速度及び推進方向を算出する場合について説明したが、飛行制御部１４の処理は上述の例に限定されない。例えば、風速が予め設定された閾値よりも大きい場合には、飛行制御部１４は、無人飛行機２０を昇降又は着陸させるための飛行制御情報を生成して、無人飛行機２０へ送信してもよい。この場合、突風による無人飛行機２０の墜落を防止することができる。

[0056] また、飛行制御部１４は、無人飛行機２０の揚力を維持するために、風速及び風向に応じて、無人飛行機２０の高度を制御したり、無人飛行機２０のローターの回転数を制御したりするための飛行制御情報を生成して、無人飛行機２０へ送信してもよい。さらに、飛行制御部１４は、無人飛行機２０の揚力を維持するために、風速及び風向に応じて、無人飛行機２０の飛行姿勢（傾き等）を制御するための飛行制御情報を生成して、無人飛行機２０へ送信してもよい。

[0057] 上述の実施形態では、一つの圃場３０の環境情報に基づいて無人飛行機２０を制御する場合について説明したが、例えば、図９に示すように、圃場３０において利用される飛行制御装置１０と、圃場３０ａにおいて利用される飛行制御装置１０との間で、管理サーバ５０を介して、環境情報を共有してもよい。この場合、飛行制御装置１０は、管理サーバ５０を介して他の飛行制御装置１０から供給された環境情報をさらに考慮して、無人飛行機２０の飛行を制御することができる。これにより、例えば、飛行制御装置１０は、他の圃場の環境情報に基づいて、自身が制御する無人飛行機２０が飛行する圃場の環境変化（突風の発生等）を予想することができるので、無人飛行機２０の飛行をより適切に制御することができる。

[0058] 上述の実施形態では、無人飛行機２０及び複数の検出装置４０の双方が位

置情報を出力しているが、無人飛行機２０と複数の検出装置４０とのうちの一方のみが位置情報を出力してもよい。

[0059] 図１及び図２に示した例では、飛行制御装置１０は、無人飛行機２０の外部に設置されている。しかしながら、本実施の形態は、飛行制御装置１０が無人飛行機２０に搭載されている態様であっても良い。また、この態様では、本実施の形態におけるプログラムは、無人飛行機２０に搭載されているコンピュータにインストールされて、実行されることになる。

[0060] ［物理構成］

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

[0061] 図１０に示すように、コンピュータ１１０は、ＣＰＵ１１１と、メインメモリ１１２と、記憶装置１１３と、入力インターフェイス１１４と、表示コントローラ１１５と、データリーダ／ライタ１１６と、通信インターフェイス１１７とを備える。これらの各部は、バス１２１を介して、互いにデータ通信可能に接続される。

[0062] ＣＰＵ１１１は、記憶装置１１３に格納された、本実施の形態におけるプログラム（コード）をメインメモリ１１２に展開し、これらを所定順序で実行することにより、各種の演算を実施する。メインメモリ１１２は、典型的には、ＤＲＡＭ（Dynamic Random Access Memory）等の揮発性の記憶装置である。また、本実施の形態におけるプログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体１２０に格納された状態で提供される。なお、本実施の形態におけるプログラムは、通信インターフェイス１１７を介して接続されたインターネット上で流通するものであっても良い。

[0063] また、記憶装置１１３の具体例としては、ハードディスクドライブの他、フラッシュメモリ等の半導体記憶装置が挙げられる。入力インターフェイス１１４は、ＣＰＵ１１１と、キーボード及びマウスといった入力機器１１８

との間のデータ伝送を仲介する。表示コントローラ１１５は、ディスプレイ装置１１９と接続され、ディスプレイ装置１１９での表示を制御する。

[0064] データリーダ／ライタ１１６は、ＣＰＵ１１１と記録媒体１２０との間のデータ伝送を仲介し、記録媒体１２０からのプログラムの読み出し、及びコンピュータ１１０における処理結果の記録媒体１２０への書き込みを実行する。通信インターフェイス１１７は、ＣＰＵ１１１と、他のコンピュータとの間のデータ伝送を仲介する。

[0065] また、記録媒体１２０の具体例としては、ＣＦ（Compact Flash（登録商標））及びＳＤ（Secure Digital）等の汎用的な半導体記憶デバイス、フレキシブルディスク（Flexible Disk）等の磁気記録媒体、又はＣＤ－ＲＯＭ（Compact Disk Read Only Memory）などの光学記録媒体が挙げられる。

[0066] なお、本実施の形態における飛行制御装置１０は、プログラムがインストールされたコンピュータではなく、各部に対応したハードウェアを用いることによっても実現可能である。更に、飛行制御装置１０は、一部がプログラムで実現され、残りの部分がハードウェアで実現されていてもよい。

[0067] 上述した実施の形態の一部又は全部は、以下に記載する（付記１）～（付記２０）によって表現することができるが、以下の記載に限定されるものではない。

[0068] （付記１）

圃場において利用される無人飛行機の飛行を制御するための装置であって、

予め設定された無人飛行機の航路に関する航路情報を取得する、航路情報取得部と、

前記無人飛行機の位置を特定するための位置情報に基づいて前記無人飛行機の位置を特定する、位置特定部と、

圃場に設置された検出装置から圃場の環境に関する環境情報を取得する、環境情報取得部と、

前記航路情報取得部が取得した前記航路情報、前記位置特定部が特定した

前記無人飛行機の位置、及び前記環境情報取得部が取得した前記環境情報に基づいて前記無人飛行機の飛行を制御する、飛行制御部と、

を備えている、ことを特徴とする飛行制御装置。

[0069] （付記２）

前記飛行制御部は、前記航路情報、前記無人飛行機の位置及び前記環境情報に基づいて、前記無人飛行機の推進速度及び推進方向を決定する、

付記１に記載の飛行制御装置。

[0070] （付記３）

前記環境情報取得部は、前記検出装置から、前記環境情報として風速及び風向を取得し、

前記飛行制御部は、前記検出装置の位置と前記検出装置が検出した前記風速及び前記風向とに基づいて、前記位置特定部が特定した前記無人飛行機の位置における風速及び風向を算出し、算出した前記風速及び前記風向に基づいて、前記無人飛行機の推進速度及び推進方向を決定する、

付記１または２に記載の飛行制御装置。

[0071] （付記４）

前記無人飛行機は、ＧＰＳ信号を受信して前記ＧＰＳ信号に基づく情報を前記位置情報として前記飛行制御装置に送信するとともに、前記無人飛行機の位置を特定するための電波を発信する機能を備え、

前記検出装置は、前記無人飛行機から発信された電波を受信して、受信した電波の強度を特定する情報を前記位置情報として前記飛行制御装置に送信する機能を備え、

前記位置特定部は、前記無人飛行機から送信された前記位置情報及び前記検出装置から送信された前記位置情報のうちのいずれか一方に基づいて、前記無人飛行機の位置を特定する、

付記１から３のいずれかに記載の飛行制御装置。

[0072] （付記５）

前記環境情報取得部は、他の圃場に設置された検出装置によって検出され

た他の圃場の環境情報をさらに取得し、

前記飛行制御部は、前記環境情報取得部が取得した前記他の圃場の前記環境情報に基づいて、前記無人飛行機の飛行を制御する、

付記１から４のいずれかに記載の飛行制御装置。

[0073] （付記６）

圃場において利用される無人飛行機の飛行を制御するための方法であって、

（ａ）予め設定された無人飛行機の航路に関する航路情報を取得する、ステップと、

（ｂ）前記無人飛行機の位置を特定するための位置情報に基づいて前記無人飛行機の位置を特定する、ステップと、

（ｃ）圃場に設置された検出装置から圃場の環境に関する環境情報を取得する、ステップと、

（ｄ）前記（ａ）のステップで取得した前記航路情報、前記（ｂ）のステップで特定した前記無人飛行機の位置、及び前記（ｃ）のステップで取得した前記環境情報に基づいて前記無人飛行機の飛行を制御する、ステップと、

を備えている、ことを特徴とする飛行制御方法。

[0074] （付記７）

前記（ｄ）のステップでは、前記航路情報、前記無人飛行機の位置及び前記環境情報に基づいて、前記無人飛行機の推進速度及び推進方向を決定する、

付記６に記載の飛行制御方法。

[0075] （付記８）

前記（ｃ）のステップでは、前記検出装置から、前記環境情報として風速及び風向を取得し、

前記（ｄ）のステップでは、前記検出装置の位置と前記検出装置が検出した前記風速及び前記風向とに基づいて、前記（ｂ）のステップで特定した前記無人飛行機の位置における風速及び風向を算出し、算出した前記風速及び

前記風向に基づいて、前記無人飛行機の推進速度及び推進方向を決定する、付記６または７に記載の飛行制御方法。

[0076]（付記９）

前記無人飛行機は、ＧＰＳ信号を受信して前記ＧＰＳ信号に基づく情報を前記位置情報として前記飛行制御装置に送信するとともに、前記無人飛行機の位置を特定するための電波を発信する機能を備え、

前記検出装置は、前記無人飛行機から発信された電波を受信して、受信した電波の強度を特定する情報を前記位置情報として前記飛行制御装置に送信する機能を備え、

前記（ｂ）のステップでは、前記無人飛行機から送信された前記位置情報及び前記検出装置から送信された前記位置情報のうちのいずれか一方に基づいて、前記無人飛行機の位置を特定する、

付記６から８のいずれかに記載の飛行制御方法。

[0077]（付記１０）

前記（ｃ）のステップでは、他の圃場に設置された検出装置によって検出された他の圃場の環境情報をさらに取得し、

前記（ｄ）のステップでは、前記（ｃ）のステップで取得した前記他の圃場の前記環境情報に基づいて、前記無人飛行機の飛行を制御する、

付記６から９のいずれかに記載の飛行制御方法。

[0078]（付記１１）

コンピュータによって、圃場において利用される無人飛行機の飛行を制御するためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記コンピュータに、

（ａ）予め設定された無人飛行機の航路に関する航路情報を取得する、ステップと、

（ｂ）前記無人飛行機の位置を特定するための位置情報に基づいて前記無人飛行機の位置を特定する、ステップと、

（ｃ）圃場に設置された検出装置から圃場の環境に関する環境情報を取得する、ステップと、

（ｄ）前記（ａ）のステップで取得した前記航路情報、前記（ｂ）のステップで特定した前記無人飛行機の位置、及び前記（ｃ）のステップで取得した前記環境情報に基づいて前記無人飛行機の飛行を制御する、ステップと、

を実行させる命令を含む、プログラムを記録しているコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0079]（付記１２）

前記（ｄ）のステップでは、前記航路情報、前記無人飛行機の位置及び前記環境情報に基づいて、前記無人飛行機の推進速度及び推進方向を決定する、

付記１１に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0080]（付記１３）

前記（ｃ）のステップでは、前記検出装置から、前記環境情報として風速及び風向を取得し、

前記（ｄ）のステップでは、前記検出装置の位置と前記検出装置が検出した前記風速及び前記風向とに基づいて、前記（ｂ）のステップで特定した前記無人飛行機の位置における風速及び風向を算出し、算出した前記風速及び前記風向に基づいて、前記無人飛行機の推進速度及び推進方向を決定する、

付記１１または１２に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0081]（付記１４）

前記無人飛行機は、ＧＰＳ信号を受信して前記ＧＰＳ信号に基づく情報を前記位置情報として前記飛行制御装置に送信するとともに、前記無人飛行機の位置を特定するための電波を発信する機能を備え、

前記検出装置は、前記無人飛行機から発信された電波を受信して、受信した電波の強度を特定する情報を前記位置情報として前記飛行制御装置に送信する機能を備え、

前記（ｂ）のステップでは、前記無人飛行機から送信された前記位置情報

及び前記検出装置から送信された前記位置情報のうちのいずれか一方に基づいて、前記無人飛行機の位置を特定する、

付記１１から１３のいずれかに記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0082] （付記１５）

前記（ｃ）のステップでは、他の圃場に設置された検出装置によって検出された他の圃場の環境情報をさらに取得し、

前記（ｄ）のステップでは、前記（ｃ）のステップで取得した前記他の圃場の前記環境情報に基づいて、前記無人飛行機の飛行を制御する、

付記１１から１４のいずれかに記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0083] （付記１６）

圃場において利用される無人飛行機の飛行を制御する、飛行制御装置を備え、

前記飛行制御装置は、

予め設定された前記無人飛行機の航路に関する航路情報を取得する、航路情報取得部と、

前記無人飛行機の位置を特定するための位置情報に基づいて前記無人飛行機の位置を特定する、位置特定部と、

圃場に設置された検出装置から圃場の環境に関する環境情報を取得する、環境情報取得部と、

前記航路情報取得部が取得した前記航路情報、前記位置特定部が特定した前記無人飛行機の位置、及び前記環境情報取得部が取得した前記環境情報に基づいて前記無人飛行機の飛行を制御する、飛行制御部と、を備えている、ことを特徴とする、無人飛行機。

[0084] （付記１７）

前記飛行制御部は、前記航路情報、前記無人飛行機の位置及び前記環境情報に基づいて、前記無人飛行機の推進速度及び推進方向を決定する、

付記１６に記載の無人飛行機。

[0085]（付記１８）

前記環境情報取得部は、前記検出装置から、前記環境情報として風速及び風向を取得し、

前記飛行制御部は、前記検出装置の位置と前記検出装置が検出した前記風速及び前記風向とに基づいて、前記位置特定部が特定した前記無人飛行機の位置における風速及び風向を算出し、算出した前記風速及び前記風向に基づいて、前記無人飛行機の推進速度及び推進方向を決定する、

付記１６または１７に記載の無人飛行機。

[0086]（付記１９）

ＧＰＳ信号に基づいて前記位置情報を生成するデータ処理部と、

前記無人飛行機の位置を特定するための電波を発信する発信機と、を更に備え、

前記検出装置は、前記発信機から発信された電波を受信して、受信した電波の強度を特定する情報を前記位置情報として前記飛行制御装置に送信する機能を備え、

前記位置特定部は、前記データ処理部が生成した前記位置情報及び前記検出装置から送信された前記位置情報のうちのいずれか一方に基づいて、前記無人飛行機の位置を特定する、

付記１６から１８のいずれかに記載の無人飛行機。

[0087]（付記２０）

前記環境情報取得部は、他の圃場に設置された検出装置によって検出された他の圃場の環境情報をさらに取得し、

前記飛行制御部は、前記環境情報取得部が取得した前記他の圃場の前記環境情報に基づいて、前記無人飛行機の飛行を制御する、

付記１６から１９のいずれかに記載の無人飛行機。

[0088] 以上、実施の形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施の形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明の

スコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

[0089] この出願は、２０１６年９月３０日に出願された日本出願特願２０１６－１９５１０６を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

産業上の利用可能性

[0090] 以上のように、本発明によれば、圃場環境の変化に応じてＵＡＶの飛行を制御することができる。したがって、本発明は、種々のＵＡＶに有用である。

符号の説明

[0091]

１０ 飛行制御装置
１１ 航路情報取得部
１２ 位置特定部
１３ 環境情報取得部
１４ 飛行制御部
１５ 無線通信部
２０ 無人飛行機
２１ データ処理部
２２ ＧＰＳ信号受信部
２３ 推力発生部
２４ 無線通信部
２５ 発信機
３０ 圃場
４０ 検出装置
５０ 管理サーバ５０
１１０ コンピュータ
１１１ ＣＰＵ
１１２ メインメモリ
１１３ 記憶装置

１１４　入力インターフェイス

１１５　表示コントローラ

１１６　データリーダ／ライタ

１１７　通信インターフェイス

１１８　入力機器

１１９　ディスプレイ装置

１２０　記録媒体

１２１　バス

請求の範囲

[請求項1] 圃場において利用される無人飛行機の飛行を制御するための装置であって、

予め設定された無人飛行機の航路に関する航路情報を取得する、航路情報取得部と、

前記無人飛行機の位置を特定するための位置情報に基づいて前記無人飛行機の位置を特定する、位置特定部と、

圃場に設置された検出装置から圃場の環境に関する環境情報を取得する、環境情報取得部と、

前記航路情報取得部が取得した前記航路情報、前記位置特定部が特定した前記無人飛行機の位置、及び前記環境情報取得部が取得した前記環境情報に基づいて前記無人飛行機の飛行を制御する、飛行制御部と、

を備えている、ことを特徴とする飛行制御装置。

[請求項2] 前記飛行制御部は、前記航路情報、前記無人飛行機の位置及び前記環境情報に基づいて、前記無人飛行機の推進速度及び推進方向を決定する、

請求項１に記載の飛行制御装置。

[請求項3] 前記環境情報取得部は、前記検出装置から、前記環境情報として風速及び風向を取得し、

前記飛行制御部は、前記検出装置の位置と前記検出装置が検出した前記風速及び前記風向とに基づいて、前記位置特定部が特定した前記無人飛行機の位置における風速及び風向を算出し、算出した前記風速及び前記風向に基づいて、前記無人飛行機の推進速度及び推進方向を決定する、

請求項１または２に記載の飛行制御装置。

[請求項4] 前記無人飛行機は、ＧＰＳ信号を受信して前記ＧＰＳ信号に基づく情報を前記位置情報として前記飛行制御装置に送信するとともに、前

記無人飛行機の位置を特定するための電波を発信する機能を備え、

前記検出装置は、前記無人飛行機から発信された電波を受信して、受信した電波の強度を特定する情報を前記位置情報として前記飛行制御装置に送信する機能を備え、

前記位置特定部は、前記無人飛行機から送信された前記位置情報及び前記検出装置から送信された前記位置情報のうちのいずれか一方に基づいて、前記無人飛行機の位置を特定する、

請求項１から３のいずれかに記載の飛行制御装置。

[請求項5] 前記環境情報取得部は、他の圃場に設置された検出装置によって検出された他の圃場の環境情報をさらに取得し、

前記飛行制御部は、前記環境情報取得部が取得した前記他の圃場の前記環境情報に基づいて、前記無人飛行機の飛行を制御する、

請求項１から４のいずれかに記載の飛行制御装置。

[請求項6] 圃場において利用される無人飛行機の飛行を制御するための方法であって、

（ａ）予め設定された無人飛行機の航路に関する航路情報を取得する、ステップと、

（ｂ）前記無人飛行機の位置を特定するための位置情報に基づいて前記無人飛行機の位置を特定する、ステップと、

（ｃ）圃場に設置された検出装置から圃場の環境に関する環境情報を取得する、ステップと、

（ｄ）前記（ａ）のステップで取得した前記航路情報、前記（ｂ）のステップで特定した前記無人飛行機の位置、及び前記（ｃ）のステップで取得した前記環境情報に基づいて前記無人飛行機の飛行を制御する、ステップと、

を備えている、ことを特徴とする飛行制御方法。

[請求項7] 前記（ｄ）のステップでは、前記航路情報、前記無人飛行機の位置及び前記環境情報に基づいて、前記無人飛行機の推進速度及び推進方

向を決定する、

請求項６に記載の飛行制御方法。

[請求項8] 前記（ｃ）のステップでは、前記検出装置から、前記環境情報として風速及び風向を取得し、

前記（ｄ）のステップでは、前記検出装置の位置と前記検出装置が検出した前記風速及び前記風向とに基づいて、前記（ｂ）のステップで特定した前記無人飛行機の位置における風速及び風向を算出し、算出した前記風速及び前記風向に基づいて、前記無人飛行機の推進速度及び推進方向を決定する、

請求項６または７に記載の飛行制御方法。

[請求項9] 前記無人飛行機は、ＧＰＳ信号を受信して前記ＧＰＳ信号に基づく情報を前記位置情報として前記飛行制御装置に送信するとともに、前記無人飛行機の位置を特定するための電波を発信する機能を備え、

前記検出装置は、前記無人飛行機から発信された電波を受信して、受信した電波の強度を特定する情報を前記位置情報として前記飛行制御装置に送信する機能を備え、

前記（ｂ）のステップでは、前記無人飛行機から送信された前記位置情報及び前記検出装置から送信された前記位置情報のうちのいずれか一方に基づいて、前記無人飛行機の位置を特定する、

請求項６から８のいずれかに記載の飛行制御方法。

[請求項10] 前記（ｃ）のステップでは、他の圃場に設置された検出装置によって検出された他の圃場の環境情報をさらに取得し、

前記（ｄ）のステップでは、前記（ｃ）のステップで取得した前記他の圃場の前記環境情報に基づいて、前記無人飛行機の飛行を制御する、

請求項６から９のいずれかに記載の飛行制御方法。

[請求項11] コンピュータによって、圃場において利用される無人飛行機の飛行を制御するためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な

記録媒体であって、

前記コンピュータに、

（ａ）予め設定された無人飛行機の航路に関する航路情報を取得する、ステップと、

（ｂ）前記無人飛行機の位置を特定するための位置情報に基づいて前記無人飛行機の位置を特定する、ステップと、

（ｃ）圃場に設置された検出装置から圃場の環境に関する環境情報を取得する、ステップと、

（ｄ）前記（ａ）のステップで取得した前記航路情報、前記（ｂ）のステップで特定した前記無人飛行機の位置、及び前記（ｃ）のステップで取得した前記環境情報に基づいて前記無人飛行機の飛行を制御する、ステップと、

を実行させる命令を含む、プログラムを記録しているコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項12] 前記（ｄ）のステップでは、前記航路情報、前記無人飛行機の位置及び前記環境情報に基づいて、前記無人飛行機の推進速度及び推進方向を決定する、

請求項１１に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項13] 前記（ｃ）のステップでは、前記検出装置から、前記環境情報として風速及び風向を取得し、

前記（ｄ）のステップでは、前記検出装置の位置と前記検出装置が検出した前記風速及び前記風向とに基づいて、前記（ｂ）のステップで特定した前記無人飛行機の位置における風速及び風向を算出し、算出した前記風速及び前記風向に基づいて、前記無人飛行機の推進速度及び推進方向を決定する、

請求項１１または１２に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項14] 前記無人飛行機は、ＧＰＳ信号を受信して前記ＧＰＳ信号に基づく

情報を前記位置情報として前記飛行制御装置に送信するとともに、前記無人飛行機の位置を特定するための電波を発信する機能を備え、

前記検出装置は、前記無人飛行機から発信された電波を受信して、受信した電波の強度を特定する情報を前記位置情報として前記飛行制御装置に送信する機能を備え、

前記（ｂ）のステップでは、前記無人飛行機から送信された前記位置情報及び前記検出装置から送信された前記位置情報のうちのいずれか一方に基づいて、前記無人飛行機の位置を特定する、

請求項１１から１３のいずれかに記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項15] 前記（ｃ）のステップでは、他の圃場に設置された検出装置によって検出された他の圃場の環境情報をさらに取得し、

前記（ｄ）のステップでは、前記（ｃ）のステップで取得した前記他の圃場の前記環境情報に基づいて、前記無人飛行機の飛行を制御する、

請求項１１から１４のいずれかに記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項16] 圃場において利用される無人飛行機の飛行を制御する、飛行制御装置を備え、

前記飛行制御装置は、

予め設定された前記無人飛行機の航路に関する航路情報を取得する、航路情報取得部と、

前記無人飛行機の位置を特定するための位置情報に基づいて前記無人飛行機の位置を特定する、位置特定部と、

圃場に設置された検出装置から圃場の環境に関する環境情報を取得する、環境情報取得部と、

前記航路情報取得部が取得した前記航路情報、前記位置特定部が特定した前記無人飛行機の位置、及び前記環境情報取得部が取得した前

記環境情報に基づいて前記無人飛行機の飛行を制御する、飛行制御部と、を備えている、

ことを特徴とする、無人飛行機。

[請求項17] 前記飛行制御部は、前記航路情報、前記無人飛行機の位置及び前記環境情報に基づいて、前記無人飛行機の推進速度及び推進方向を決定する、

請求項１６に記載の無人飛行機。

[請求項18] 前記環境情報取得部は、前記検出装置から、前記環境情報として風速及び風向を取得し、

前記飛行制御部は、前記検出装置の位置と前記検出装置が検出した前記風速及び前記風向とに基づいて、前記位置特定部が特定した前記無人飛行機の位置における風速及び風向を算出し、算出した前記風速及び前記風向に基づいて、前記無人飛行機の推進速度及び推進方向を決定する、

請求項１６または１７に記載の無人飛行機。

[請求項19] ＧＰＳ信号に基づいて前記位置情報を生成するデータ処理部と、

前記無人飛行機の位置を特定するための電波を発信する発信機と、を更に備え、

前記検出装置は、前記発信機から発信された電波を受信して、受信した電波の強度を特定する情報を前記位置情報として前記飛行制御装置に送信する機能を備え、

前記位置特定部は、前記データ処理部が生成した前記位置情報及び前記検出装置から送信された前記位置情報のうちのいずれか一方に基づいて、前記無人飛行機の位置を特定する、

請求項１６から１８のいずれかに記載の無人飛行機。

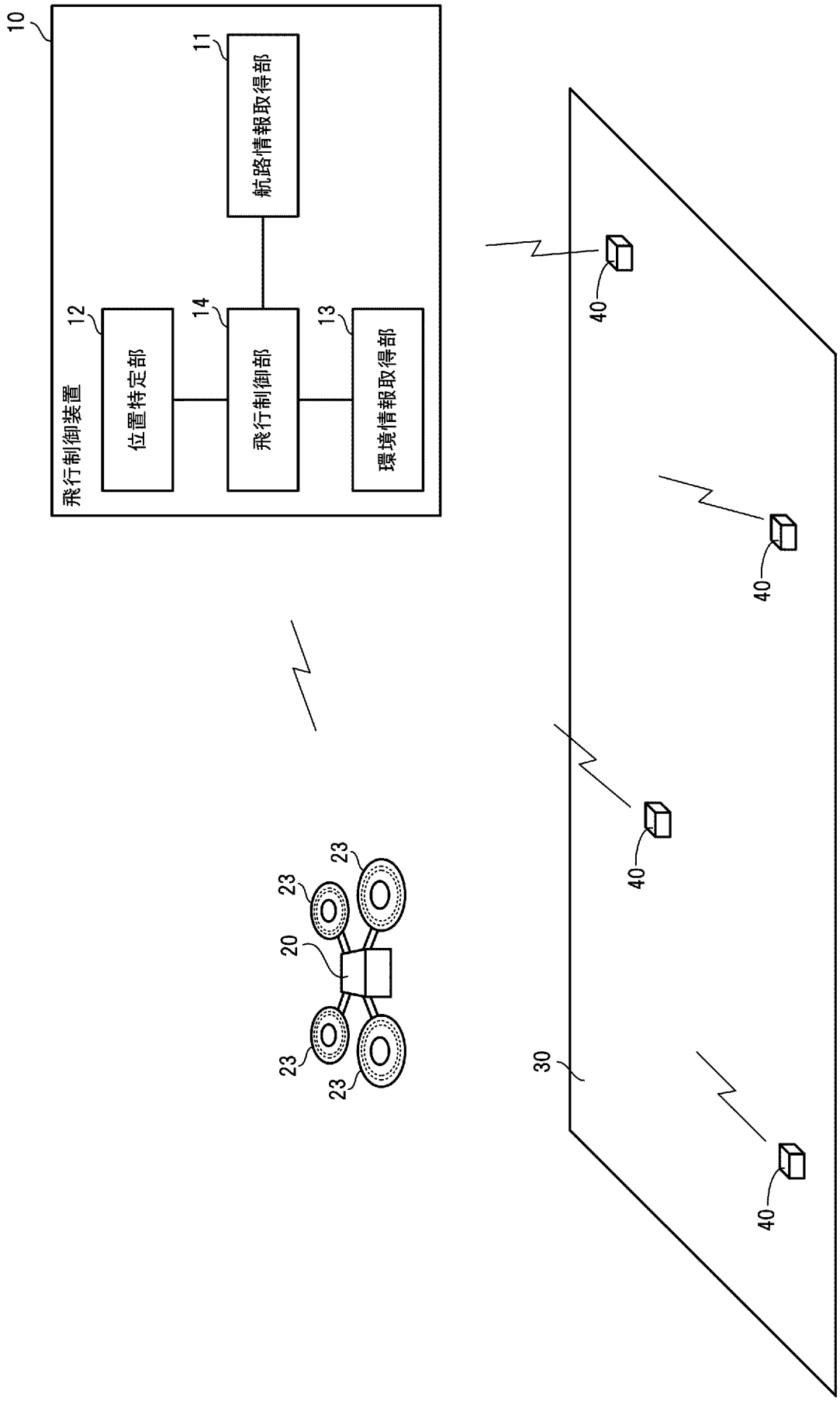
[請求項20] 前記環境情報取得部は、他の圃場に設置された検出装置によって検出された他の圃場の環境情報をさらに取得し、

前記飛行制御部は、前記環境情報取得部が取得した前記他の圃場の

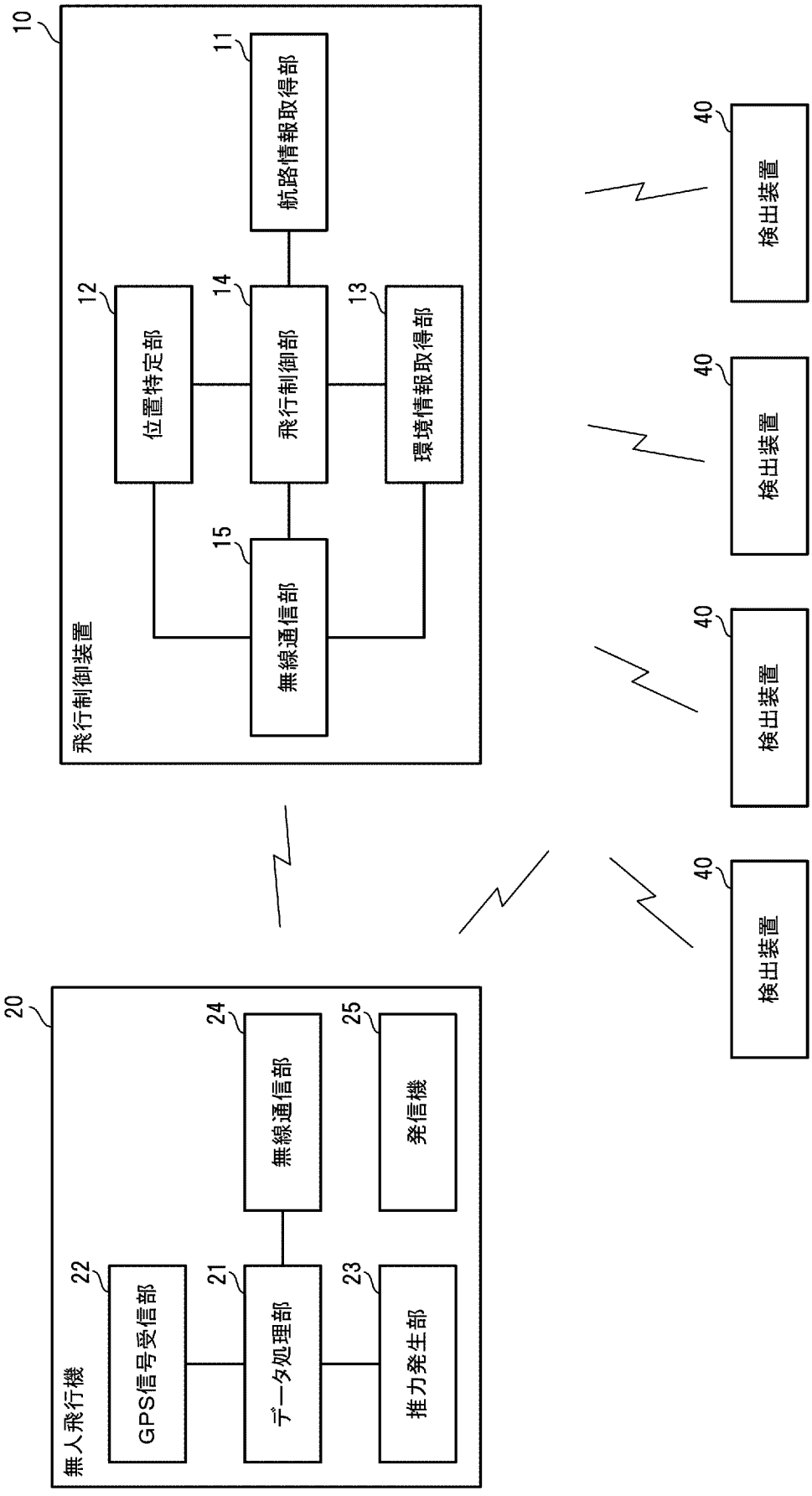
前記環境情報に基づいて、前記無人飛行機の飛行を制御する、

請求項１６から１９のいずれかに記載の無人飛行機。

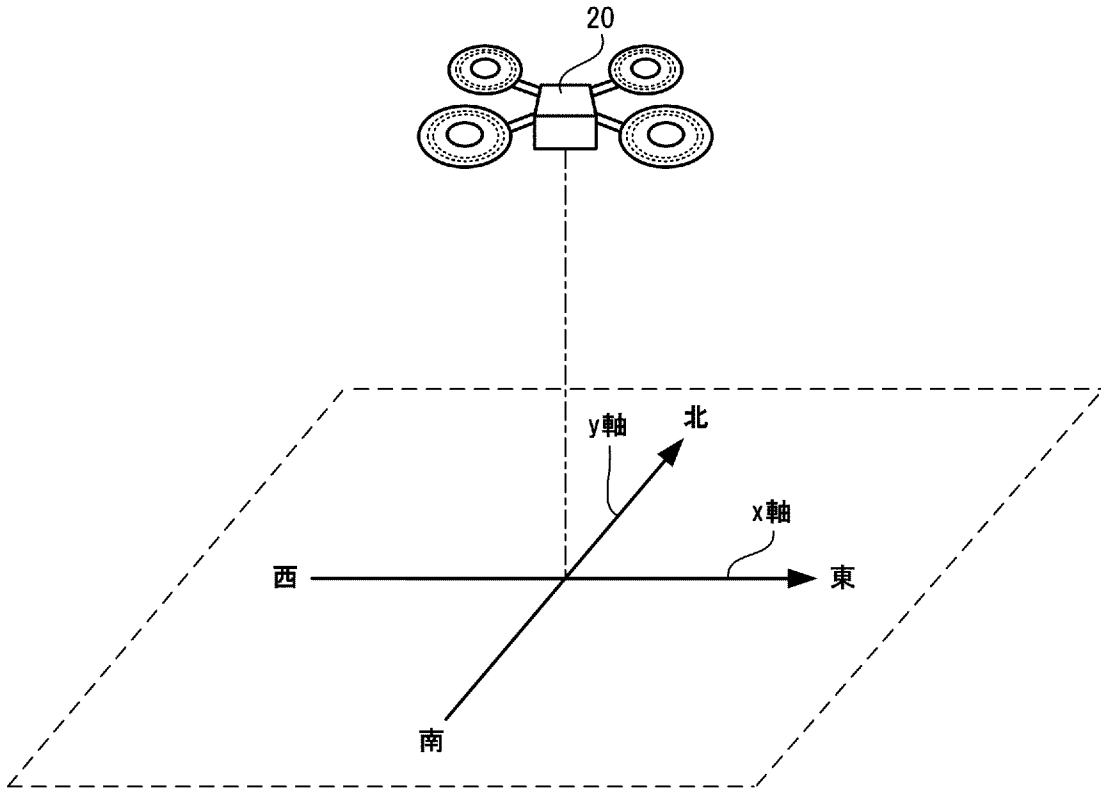
[図1]


10
飛行制御装置
11
航路情報取得部
12
位置特定部
14
飛行制御部
13
環境情報取得部
40
40
40
40
30
20
23
23
23
23

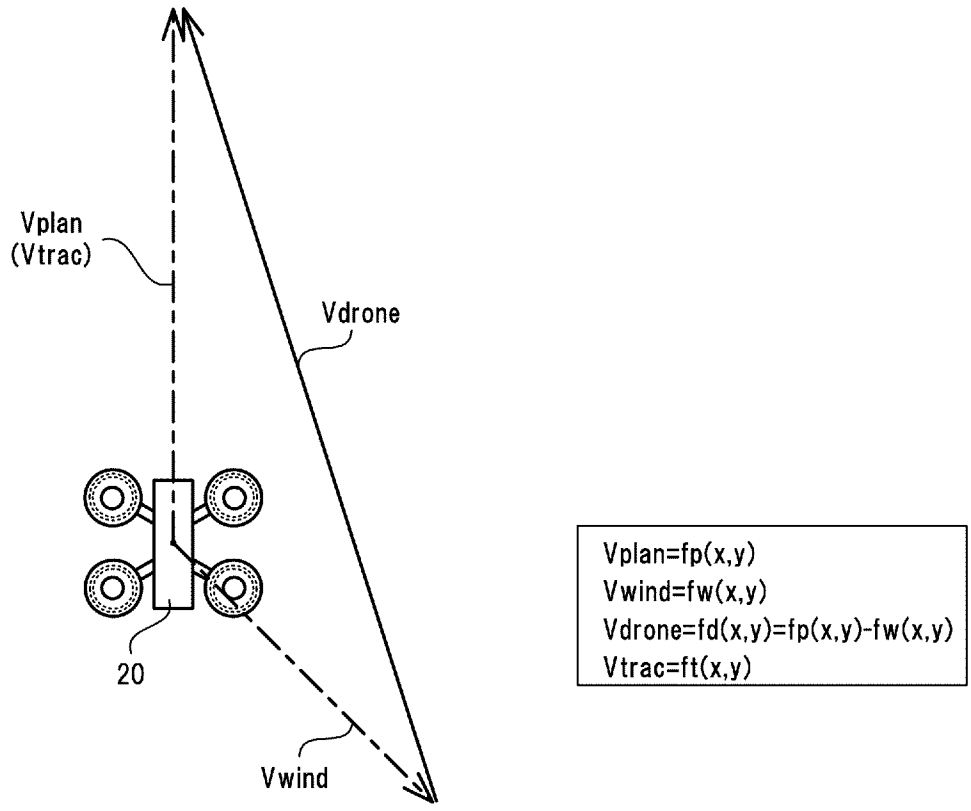
[図2]


10
飛行制御装置
11
航路情報取得部
12
位置特定部
14
飛行制御部
13
環境情報取得部
15
無線通信部
40
検出装置
40
検出装置
40
検出装置
40
検出装置
20
無人飛行機
22
GPS信号受信部
21
データ処理部
23
推力発生部
24
無線通信部
25
発信機

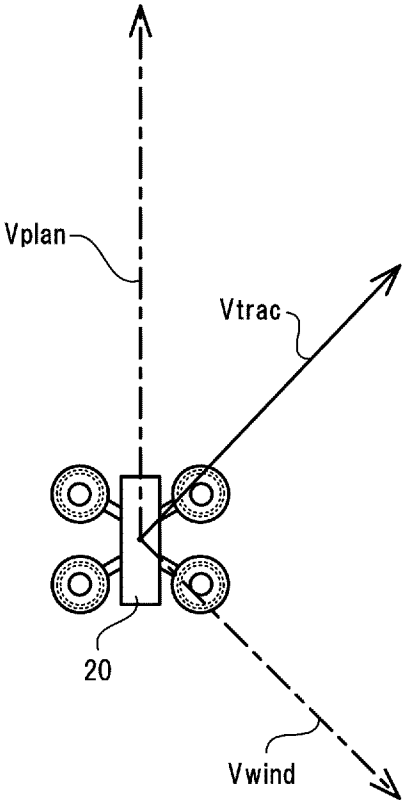
[図3]


20
y軸
北
x軸
西
東
南

[図4]

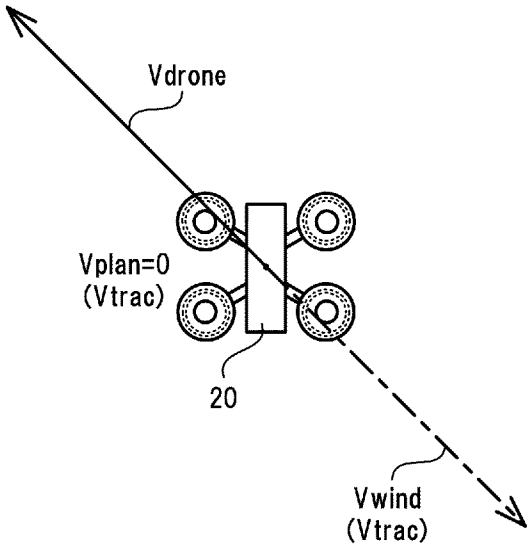

Vplan
(Vtrac)
Vdrone
20
Vwind
Vplan=fp(x,y)
Vwind=fw(x,y)
Vdrone=fd(x,y)=fp(x,y)-fw(x,y)
Vtrac=ft(x,y)

[図5]



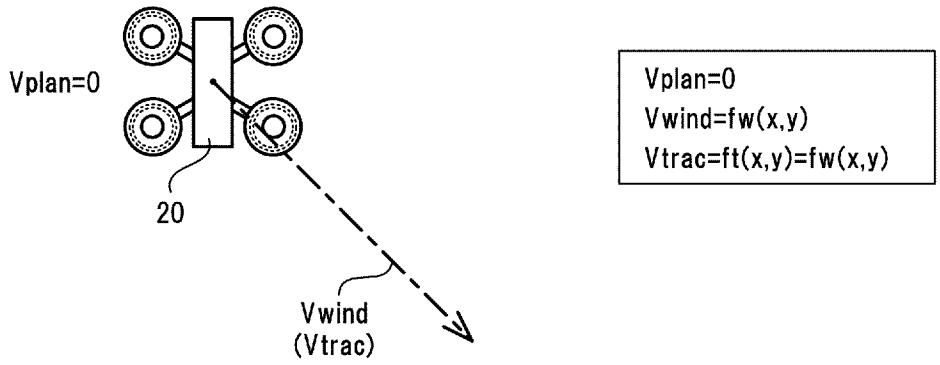
Vplan=fp(x,y)
Vwind=fw(x,y)
Vtrac=ft(x,y)=fp(x,y)+fw(x,y)

[図6]

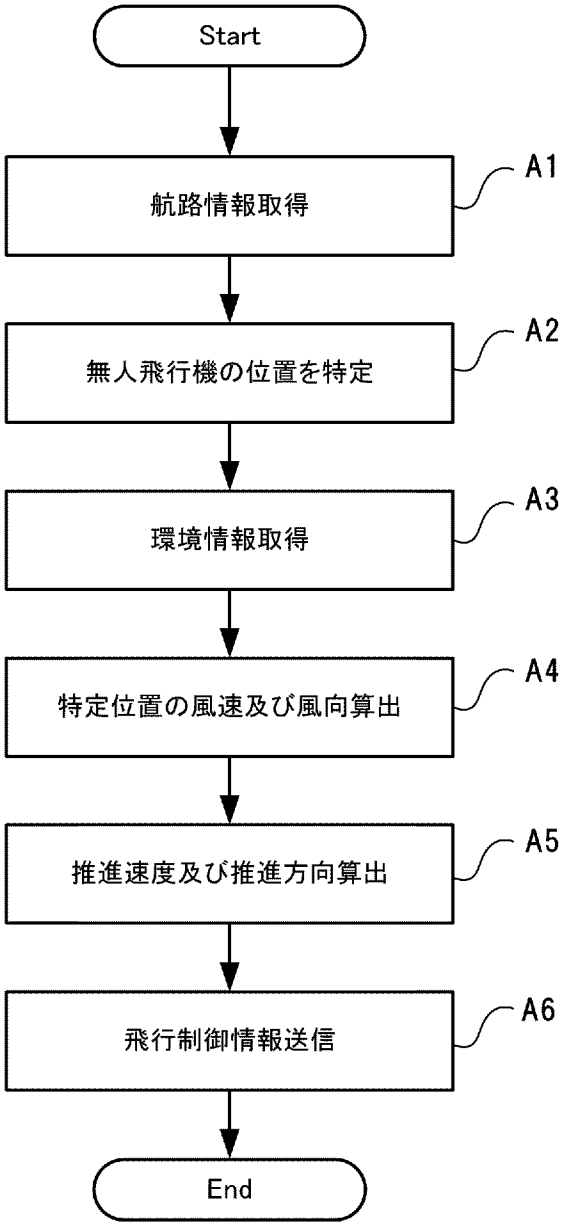


Vplan=0
Vwind=fw(x,y)
Vdron=fd(x,y)=-fw(x,y)

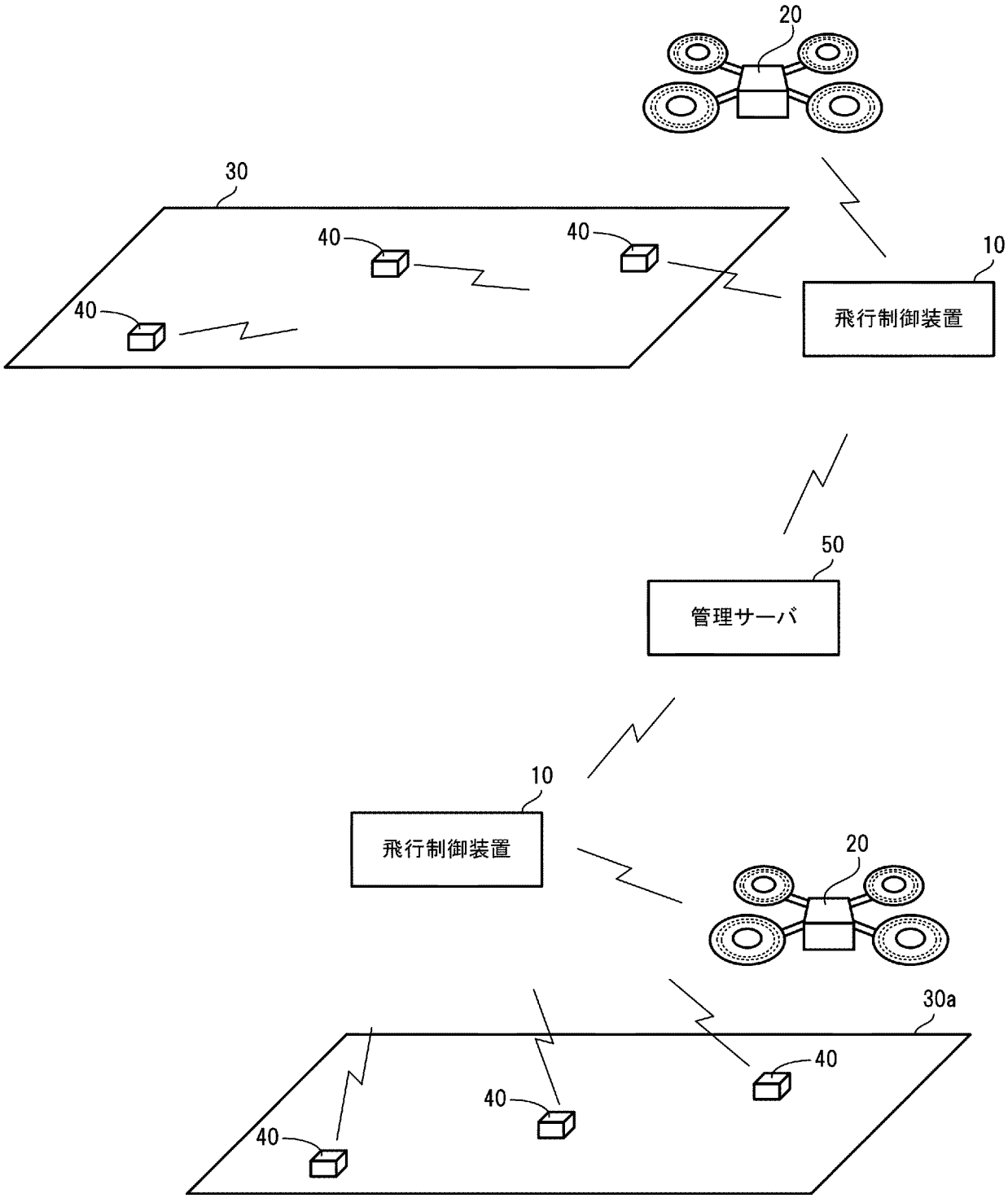
[図7]


Vplan=0
20
Vwind
(Vtrac)
Vplan=0
Vwind=fw(x,y)
Vtrac=ft(x,y)=fw(x,y)

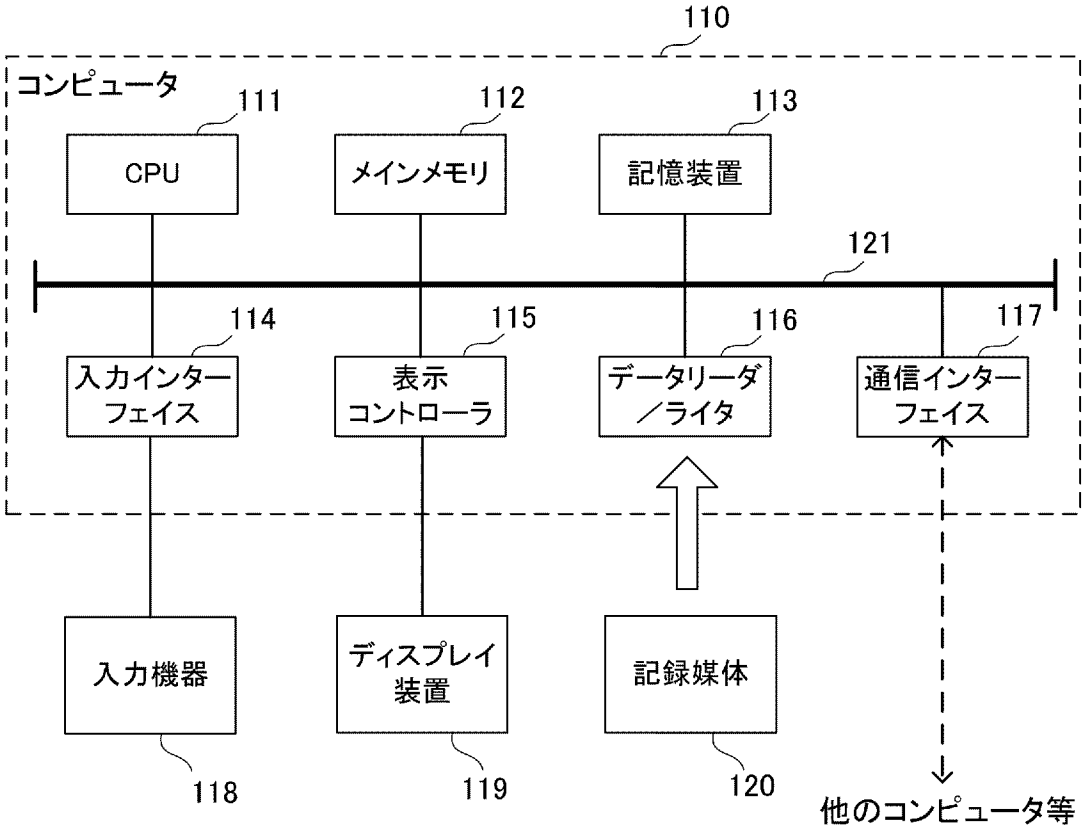
[図8]


Start
航路情報取得
A1
無人飛行機の位置を特定
A2
環境情報取得
A3
特定位置の風速及び風向算出
A4
推進速度及び推進方向算出
A5
飛行制御情報送信
A6
End

[図9]



[図10]


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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/035087

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. B64C13/18(2006.01)i, B64C27/08(2006.01)i, B64C39/02(2006.01)i, G01S19/48(2010.01)i, 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)
Int.Cl. B64C13/18, B64C27/08, B64C39/02, G01S19/48, G05D1/10

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	1971-2017
Registered utility model specifications of Japan	1996-2017
Published registered utility model applications of Japan	1994-2017

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 2006-176073 A (FUJI HEAVY IND. LTD.) 06 July 2006, paragraphs [0018]-[0046], fig. 1-5 (Family: none)	1-3, 5-8, 10-13, 15-18,20
Y		4, 9, 14, 19
Y	JP 2007-253946 A (SHARP CORPORATION) 04 October 2007, paragraph [0169] (Family: none)	4, 9, 14, 19

☒ 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 06 December 2017	Date of mailing of the international search report 19 December 2017
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/JP2017/035087

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 2014-113864 A (HITACHI SOLUTIONS LTD.) 26 June 2014 (Family: none)	1-20
A	JP 2005-247008 A (YAMAHA MOTOR CO., LTD.) 15 September 2005 (Family: none)	1-20
A	US 2014/0303814 A1 (BEE ROBOTICS CORPORATION) 09 October 2014 & WO 2014/160589 A1 & EP 2978665 A1	1-20

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０３５０８７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B64C13/18(2006.01)i, B64C27/08(2006.01)i, B64C39/02(2006.01)i, G01S19/48(2010.01)i, 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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B64C13/18, B64C27/08, B64C39/02, G01S19/48, 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	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７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 2006-176073 A（富士重工業株式会社）2006.07.06, 段落[0018]-[0046], 図1-5（ファミリーなし）	1-3, 5-8, 10-13, 15-18, 20
Y		4, 9, 14, 19
Y	JP 2007-253946 A（シャープ株式会社）2007.10.04, 段落[0169]（ファミリーなし）	4, 9, 14, 19

☑　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	国際調査報告の発送日
０６．１２．２０１７	１９．１２．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｄ　５７８４
諸星　圭祐
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３４１

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 2014-113864 A (株式会社日立ソリューションズ) 2014.06.26 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 2005-247008 A (ヤマハ発動機株式会社) 2005.09.15 (ファミリーなし)	1-20
A	US 2014/0303814 A1 (BEE ROBOTICS CORPORATION) 2014.10.09 & WO 2014/160589 A1 & EP 2978665 A1	1-20