

(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
2017年5月18日(18.05.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/081898 A1

- (51) 国際特許分類:
B64C 13/20 (2006.01) G01S 17/89 (2006.01)
B64C 27/08 (2006.01) G01S 19/14 (2010.01)
B64C 39/02 (2006.01) G01S 19/52 (2010.01)
B64D 47/08 (2006.01) G05D 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/073475
- (22) 国際出願日: 2016年8月9日(09.08.2016)
- (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 2015-219781 2015年11月9日(09.11.2015) JP
- (71) 出願人: NECソリューションイノベータ株式会社(NEC SOLUTION INNOVATORS, LTD.) [JP/JP];
〒1368627 東京都江東区新木場一丁目18番7号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 藤田 光洋(FUJITA, Mitsuhiro); 〒1368627
東京都江東区新木場一丁目18番7号 NECソリューションイノベータ株式会社内 Tokyo (JP).

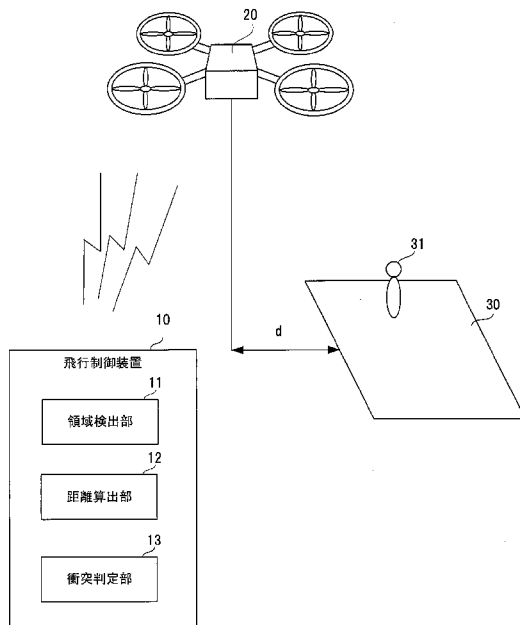
野田 尚志(NODA, Hisashi); 〒1368627 東京都江東区新木場一丁目18番7号NECソリューションイノベータ株式会社内 Tokyo (JP). 山下 英志(YAMASHITA, Hideshi); 〒1368627 東京都江東区新木場一丁目18番7号NECソリューションイノベータ株式会社内 Tokyo (JP). 伊原 康行(IHARA, Yasuyuki); 〒1368627 東京都江東区新木場一丁目18番7号NECソリューションイノベータ株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人ブライトス(BRIGHTAS IP ATTORNEYS); 〒5300057 大阪府大阪市北区曽根崎2丁目5番10号 Osaka (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,

[続葉有]

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

(54) 発明の名称: 飛行制御装置、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



- 10 Flight control device
11 Region detection unit
12 Distance calculation unit
13 Collision determining unit

(57) Abstract: A flight control device 10 for controlling an unmanned aerial vehicle 20, wherein the flight control device 10 is provided with: a region detection unit 11 for detecting a restricted flight zone 30 in which flight is restricted; a distance calculation unit 12 for calculating the distance d from the restricted flight zone 30 to the unmanned aerial vehicle 20; and a collision determining unit 13 for specifying the altitude and speed of the unmanned aerial vehicle 20 and determining, on the basis of the specified altitude and speed and the calculated distance d , whether or not the unmanned aerial vehicle 20 would land in the restricted flight zone 30 if the unmanned aerial vehicle 20 were to crash.

(57) 要約: 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って、飛行が制限されている飛行制限領域30を検出する、領域検出部11と、飛行制限領域30から無人飛行機20までの距離 d を算出する、距離算出部12と、無人飛行機20の高度及び速度を特定し、特定した高度及び速度と算出した距離 d とに基づいて、無人飛行機20が墜落した場合に飛行制限領域30に着地するかどうかを判定する、衝突判定部13と、を備えている。



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))

明 細 書

発明の名称：

飛行制御装置、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ための飛行制御装置、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] 従来から、「ドローン」と呼ばれる無人飛行機（以下、「U A V（Unmanned Aerial Vehicle）」とも表記する。）は、軍事用途、農薬散布といった様々な用途に用いられている。とりわけ、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、動力原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（例えば、非特許文献1及び2参照。）。小型の無人飛行機は、運用が簡単であることから、急速に普及している。

[0003] また、無人飛行機は、GPS（Global Positioning System）受信機を備え、自身の位置を特定することができる。このため、無人飛行機においては、設定された経路に沿って飛行を行なうオートパイロットが実現されており、無人飛行機の用途は更に増加している。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：“無人航空機”、[online]、2015年5月25日、ウィキペディア、[2015年6月1日検索]、インターネット<URL:<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E7%84%A1%E4%BA%BA%E8%88%AA%E7%A9%BA%E6%A9%9F>>

非特許文献2：“ドローン”、[online]、2015年4月22日、weblio辞書、[2015年6月1日検索]、インターネット<URL:<http://www.weblio.jp/content/%E3%83%89%E3%83%AD%E3%83%BC%E3%83%B3>>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、無人飛行機が自身の位置を特定するためには、GPS受信機によって、3つ又は4つの衛星からGPS信号を受信する必要があるが、環境によっては、必要なGPS信号を全て受信できない場合がある。このような場合、無人飛行機は、自身の位置を特定できず、墜落する可能性がある。また、無人飛行機は、風の影響、バッテリーの電圧低下等を原因としても墜落する可能性がある。

[0006] しかしながら、従来からの無人飛行機において、墜落の可能性をゼロとすることは極めて困難である。このため、墜落地点に、ヒト、物等が存在すると、重大な衝突事故が発生してしまう可能生がある。

[0007] 本発明の目的の一例は、上記問題を解消し、無人飛行機の墜落による衝突事故の発生を抑制し得る、飛行制御装置、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

[0008] 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、無人飛行機を制御するための装置であって、

飛行が制限されている飛行制限領域を検出する、領域検出部と、

前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、距離算出部と、

前記無人飛行機の高度及び速度を特定し、特定した前記高度及び前記速度と算出した前記距離とに基づいて、前記無人飛行機が墜落した場合に前記飛行制限領域に着地するかどうかを判定する、衝突判定部と、
を備えていることを特徴とする。

[0009] 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、無人飛行機を制御するための方法であって、

(a) 飛行が制限されている飛行制限領域を検出する、ステップと、

(b) 前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、ステップと、

(c) 前記無人飛行機の高度及び速度を特定し、特定した前記高度及び前記速度と算出した前記距離とに基づいて、前記無人飛行機が墜落した場合に前記飛行制限領域に着地するかどうかを判定する、ステップと、
を有することを特徴とする。

[0010] 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、無人飛行機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) 飛行が制限されている飛行制限領域を検出する、ステップと、

(b) 前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、ステップと、

(c) 前記無人飛行機の高度及び速度を特定し、特定した前記高度及び前記速度と算出した前記距離とに基づいて、前記無人飛行機が墜落した場合に前記飛行制限領域に着地するかどうかを判定する、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

[0011] 以上のように、本発明によれば、無人飛行機の墜落による衝突事故の発生を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図1は、本発明の実施の形態1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1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(a)は、無人飛行機が空中で停止している場合における衝突判定処理を説明する図であり、図3(b)は、無人飛行機が空中で停止している場合の着地領域を示す図である。

[図4]図4(a)は、無人飛行機が空中を移動している場合における衝突判定処理を説明する図であり、図4(b)は、無人飛行機が移動している場合の

着地領域を示す図である。

[図5]図 5 は、本発明の実施の形態 1 における飛行制御装置の動作を示すフロー図である。

[図6]図 6 は、本発明の実施の形態の変形例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7]図 7 は、本発明の実施の形態 2 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8]図 8 は、本実施の形態 2 における飛行制限領域の検出処理を説明する図である。

[図9]図 9 は、本発明の実施の形態 3 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10]図 10 は、本実施の形態 3 における飛行制限領域の検出処理を説明する図である。

[図11]図 11 は、本発明の実施の形態 1 ～ 3 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

[0013] (実施の形態 1)

以下、本発明の実施の形態における、飛行制御装置、飛行制御方法、及びプログラムについて、図 1 ～ 図 6 を参照しながら説明する。

[0014] [装置構成]

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

[0015] 図 1 に示すように、本実施の形態 1 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。飛行制御装置 10 は、領域検出部 11 と、距離算出部 12 と、衝突判定部 13 とを備えている。

[0016] 領域検出部 11 は、飛行が制限されている飛行制限領域 30 を検出する。距離算出部 12 は、飛行制限領域から無人飛行機 20 までの距離 d を算出す

る。衝突判定部 13 は、まず、無人飛行機の高度及び速度を特定する。次に、衝突判定部 13 は、特定した高度及び速度と算出した距離 d とに基づいて、無人飛行機 20 が墜落した場合に飛行制限領域 30 に着地するかどうかを判定する。

[0017] このように、本実施の形態 1 では、無人飛行機 20 が墜落した場合に飛行制限領域 30 に着地するかどうかは常に判定されている。このため、ヒト 31 等が存在する領域を飛行制限領域 30 に設定しておけば、無人飛行機 20 の墜落による衝突事故の発生が抑制される。

[0018] 続いて、図 1 に加え、図 2～図 4 を用いて、本実施の形態 1 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 1 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。

[0019] まず、図 1 に示したように、本実施の形態 1 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 とを備えている。

[0020] 無人飛行機 20 において、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。無線通信部 24 は、例えば、Wi-Fi 通信用の通信デバイスによって実現される。

[0021] 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 信号に基づいて、現在の位置及び高度 h を測定する。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。

[0022] データ処理部 21 は、GPS 信号受信部 22 によって測定された現在の位置及び高度 h に基づいて、無人飛行機 20 の速度 v を算出する。また、データ処理部 21 は、算出した速度 v 、現在の位置（緯度及び経度）及び高度 h を、状態情報として、無線通信部 24 を介して、飛行制御装置 10 に送信す

る。更に、データ処理部 21 は、各推力発生部 23 の推力を調整することで、無人飛行機 20 の速度 v 、高度 h 、及び進行方向を制御する。なお、無人飛行機 20 には、速度 v を検出するためのセンサが搭載されていても良く、この場合は、センサによって速度 v が測定される。

[0023] 無人飛行機 20 は、このような構成により、例えば、現在地を確認しながら、設定された航路に沿って飛行することができる。また、無人飛行機 20 は、飛行制御装置 10 からの指示に応じて、飛行することもできる。

[0024] また、図 2 に示すように、本実施の形態 1 では、飛行制御装置 10 は、無人飛行機 20 の外部に設置され、無線通信によって無人飛行機 20 との間でデータ通信を実行する。このため、飛行制御装置 10 は、上述した領域検出部 11、距離算出部 12、及び衝突判定部 13 に加えて、無線通信部 14 を備えている。

[0025] 無線通信部 14 は、無人飛行機 20 との間で、領域検出部 11 及び衝突判定部 13 の指示に応じて、無線によるデータ通信を実行する。無線通信部 14 も、例えば、Wi-Fi 通信用の通信デバイスによって実現される。

[0026] また、本実施の形態 1 では、領域検出部 11 は、予め作成されている電子地図データ 15 から飛行制限領域 30 を検出する。具体的には、領域検出部 11 は、まず、無線通信部 14 によって無人飛行機 20 からの状態情報が受信されると、受信された状態情報から、無人飛行機 20 の位置を特定する。続いて、領域検出部 11 は、特定した無人飛行機の位置を電子地図データに照合し、特定した位置を中心とした設定範囲（例えば、半径 100 m 以内の範囲）から、飛行制限領域 30 に設定されている領域を検出する。

[0027] 距離算出部 12 は、本実施の形態 1 では、GPS 信号によって特定される無人飛行機 20 の位置と、検出された飛行制限領域 30 の位置とに基づいて、飛行制限領域 30 から無人飛行機 20 までの距離 d を算出する。具体的には、距離算出部 12 は、領域検出部 11 によって飛行制限領域 30 が検出されると、飛行制限領域 30 の境界の位置を特定し、特定した境界の位置と無人飛行機 20 の位置とを対比する。更に、距離算出部 12 は、境界上の最も

無人飛行機 20 に近い点を特定し、特定した点から無人飛行機 20 上の任意の点（例えば、中心点）までの水平方向における距離（水平距離）を算出し、これを距離 d とする。

[0028] 衝突判定部 13 は、本実施の形態 1 では、無線通信部 14 によって無人飛行機 20 からの状態情報が受信されると、受信された状態情報から、無人飛行機 20 の高度 h 及び速度 v を特定する。また、衝突判定部 13 は、特定した高度 h 及び速度 v に基づいて、無人飛行機 20 が墜落した場合に、無人飛行機 20 が着地する可能性がある地上の領域（以下「着地領域」と表記する。）を特定する。

[0029] そして、衝突判定部 13 は、距離算出部 12 によって算出された距離 d を用いて、着地領域が飛行制限領域 30 内に位置しているかどうかを判定する。判定の結果、着地領域が飛行制限領域 30 内に位置しているのであれば、衝突判定部 13 は、無人飛行機 20 が墜落した場合に飛行制限領域 30 に着地すると判定する。

[0030] ここで、図 3 及び図 4 を用いて、衝突判定処理の具体例について説明する。図 3 (a) は、無人飛行機が空中で停止している場合における衝突判定処理を説明する図であり、図 3 (b) は、無人飛行機が空中で停止している場合の着地領域を示す図である。図 4 (a) は、無人飛行機が空中を移動している場合における衝突判定処理を説明する図であり、図 4 (b) は、無人飛行機が移動している場合の着地領域を示す図である。

[0031] 図 3 及び図 4 の例において、着地領域は、無人飛行機 20 を地上に投影して得られる領域とする。また、着地領域は、無人飛行機 20 の全長、全幅、対角長さのうち、最も長いものを直径とする円（半径： d_{init} ）で近似することができる。以下の説明では、着地領域は、半径 d_{init} の円であるとする。また、図 3 (a) 及び (b)、図 4 (a) 及び (b) において、斜線が施された領域 40 は、着地領域を示している。

[0032] まず、無人飛行機 20 が空中で停止している状態から墜落する場合を考える。この場合は、図 3 (a) 及び (b) に示すように、無人飛行機 20 は略

垂直に落下する。このため、着地領域 40 は、無人飛行機 20 の直下に位置することになる。

[0033] 従って、図 3 (a) に示すように、衝突判定部 13 は、無人飛行機 20 の速度 v が 0 (ゼロ) である場合は、無人飛行機 20 の直下の位置に、着地領域 40 を設定する。次に、衝突判定部 13 は、飛行制限領域 30 の境界と無人飛行機 20 の中心との水平距離である距離 d が、無人飛行機 20 の半径 d_{init} より小さくなっているかどうかを判定する。そして、判定の結果、距離 d が半径 d_{init} より小さくなっている場合に、衝突判定部 13 は、着地距離 40 が飛行制限領域 30 に重なっており、無人飛行機 20 が飛行制限領域 30 に着地すると判定する。

[0034] 続いて、無人飛行機 20 が空中を移動している状態から墜落する場合を考える。この場合は、無人飛行機 20 は、進行方向において放物線を描きながら墜落する。このため、図 4 (a) 及び (b) に示すように、着地領域 40 は、無人飛行機 20 の直下から離れたところに位置することになる。

[0035] まず、衝突判定部 13 は、無人飛行機 20 の速度 v が 0 (ゼロ) より大きい場合においても、図 3 (a) 及び (b) の例と同様に、飛行制限領域 30 と無人飛行機 20 の中心との水平距離である距離 d を算出する。次に、衝突判定部 13 は、下記の数 1 に、無人飛行機 20 の高度 h 及び速度 v を代入して、無人飛行機が墜落するまでの間に水平方向において移動する距離 (以下「水平移動距離」) d_c を算出する。なお、下記の数 1 において「 g 」は重力加速度である。

[0036] [数 1]

$$d_c = v \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

[0037] 次に、衝突判定部 13 は、現在の無人飛行機 20 の位置から進行方向において水平移動距離 d_c の分だけ離れた位置に、半径 d_{init} の円として、着地領域 40 を設定する。但し、無人飛行機 20 の進行方向が変化した場合は、着地領域 40 は、例えば、図 4 (b) に示す領域 40 a の位置に移動する。ま

た、着地領域 40 は、無人飛行機 20 の速度が遅くなった場合は、領域 40 b の位置に移動し、無人飛行機 20 の速度が速くなった場合は、領域 40 c の位置に移動する。

[0038] そして、無人飛行機 20 が移動している場合において、飛行制限領域 30 は、上述したように進行方向側に存在しているので、衝突判定部 13 は、距離 d が下記の数 2 を満たしているかどうかを判定する。

[0039] [数 2]

$$(d_c - d_{init}) \leq d \leq (d_c + d_{init})$$

[0040] そして、判定の結果、距離 d が上記の数 2 を満たしている場合は、衝突判定部 13 は、着地距離 40 が飛行制限領域 30 に重なっており、無人飛行機 20 が飛行制限領域 30 に着地すると判定する。

[0041] また、本実施の形態 1 では、衝突判定部 13 は、無人飛行機 20 が飛行制限領域 30 に着地すると判定した場合に、無人飛行機 20 に対して、墜落しても飛行制限領域 30 に着地しないようにする行動を指示することができる。このような行動の具体例としては、飛行制限領域 30 から離れるように移動すること、移動速度を抑えること、高度を落とすこと、等が挙げられる。

[0042] 具体的には、衝突判定部 13 は、無人飛行機 20 の方向転換、移動速度の低下及び高度の低下等を指示する命令（以下「回避命令」と表記する。）を作成する。そして、衝突判定部 13 は、作成した回避命令を、無線通信部 14 を介して、無人飛行機 20 に送信する。この場合、無人飛行機 20 において、データ処理部 21 は、命令の内容に応じて、各推力発生部 23 の推力を調整し、無人飛行機 20 に、方向転換、速度低下、又は高度低下を行なわせる。

[0043] 更に、本実施の形態 1 では、衝突判定部 13 は、無人飛行機 20 が飛行制限領域 30 に着地すると判定した場合に、例えば、無人飛行機 20 の管理者、操縦者等に、音及び光のいずれか又は両方によって、飛行制限領域 30 への着地を警告することもできる。具体的には、衝突判定部 13 は、管理者、操縦者等が所有する情報端末に対して、墜落した場合に飛行制限領域 30 に

着地する可能性がある旨の通知を送信し、この情報端末の画面及びスピーカによって警告を出力する。

[0044] [装置動作]

次に、本発明の実施の形態１における飛行制御装置１０の動作について図５を用いて説明する。図５は、本発明の実施の形態１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４を参照する。また、本実施の形態１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１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。

[0045] 最初に、図５に示すように、飛行制御装置１０において、領域検出部１１は、無線通信部１４によって無人飛行機２０から送信されてきた状態情報が受信されると、受信された状態情報を取得する（ステップＡ１）。

[0046] 次に、領域検出部１１は、ステップＡ１で取得した状態情報から無人飛行機２０の位置を特定し、電子地図データ１５から、特定した位置の近隣に存在する飛行制限領域３０を検出する（ステップＡ２）。具体的には、領域検出部１１は、特定した無人飛行機２０の位置を電子地図データに照合し、特定した位置を中心とした設定範囲（例えば、半径１００ｍ以内の範囲）から、飛行制限領域３０に設定されている領域を検出する。

[0047] 次に、距離算出部１２は、ステップＡ２で特定された無人飛行機２０の位置と、検出された飛行制限領域とに基づいて、飛行制限領域３０から無人飛行機２０までの距離 d を算出する（ステップＡ３）。具体的には、距離算出部１２は、飛行制限領域３０の境界上の最も無人飛行機２０に近い点を特定し、特定した点から無人飛行機２０上の任意の点（例えば、中心点）までの水平距離を算出し、これを距離 d とする。

[0048] 次に、衝突判定部１３は、無人飛行機２０から送信されてきた状態情報から、無人飛行機２０の高度 h 及び速度 v を特定する（ステップＡ４）。次いで、衝突判定部１３は、ステップＡ４で特定した高度 h 及び速度 v と、ステップＡ３で算出された距離 d とに基づいて、無人飛行機２０が墜落した場合

に、飛行制限領域 30 に着地するかどうかを判定する（ステップ A 5）。

[0049] 具体的には、ステップ A 5 では、衝突判定部 13 は、ステップ A 4 で特定した高度 h 及び速度 v に基づいて、無人飛行機 20 が墜落した場合に、無人飛行機 20 が着地する着地領域を設定する（図 3（b）及び図 4（b）参照）。そして、衝突判定部 13 は、ステップ A 3 で算出された距離 d を用いて、着地領域 40 が飛行制限領域 30 に重なっているかどうかを判断し、それによって、無人飛行機 20 が飛行制限領域 30 に着地するかどうかを判定する。

[0050] ステップ A 5 の判定の結果、無人飛行機 20 が飛行制限領域に着地しないと判定した場合は、衝突判定部 13 は、後述のステップ A 7 を実行する。一方、ステップ A 5 の判定の結果、無人飛行機 20 が飛行制限領域 30 に着地すると判定した場合は、衝突判定部 13 は、回避命令を作成し、作成した回避命令を、無線通信部 14 を介して、無人飛行機 20 に送信する（ステップ A 6）。

[0051] また、ステップ A 5 の判定の結果、無人飛行機 20 が飛行制限領域 30 に着地すると判定した場合は、衝突判定部 13 は、更に、無人飛行機 20 の管理者、操縦者等に、音及び光のいずれか又は両方によって、飛行制限領域 30 への着地を警告することもできる。

[0052] 次に、ステップ A 5 においてノーと判定した場合、又はステップ A 6 を実行すると、衝突判定部 13 は、無人飛行機 20 が着陸しているかどうかを判定する（ステップ A 7）。ステップ A 7 の判定の結果、無人飛行機 20 が着陸していない場合は、再度ステップ A 1 が実行される。一方、ステップ A 7 の判定の結果、無人飛行機 20 が着陸している場合は、飛行制御装置 10 における処理は終了する。

[0053] [実施の形態 1 による効果]

以上のように本実施の形態 1 では、無人飛行機 20 が、墜落した場合に、電子地図データにおいて飛行制限領域 30 に設定された領域に着地するかどうかを常に判定されている。このため、電子地図データ上で、無人飛行機 2

0が墜落すると問題が生じる領域を、飛行制限領域30に設定しておけば、無人飛行機20の墜落による衝突事故の発生が抑制される。

[0054] また、本実施の形態1では、無人飛行機20が墜落時に飛行制限領域20に着地する場合は、無人飛行機20に回避命令が送信され、管理者、操縦者等に警告がなされるので、いっそう、衝突事故の発生が抑制される。

[0055] [プログラム]

本実施の形態1におけるプログラムは、コンピュータに、図5に示すステップA1～A7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、領域検出部11、距離算出部12、及び衝突判定部13として機能し、処理を行なう。

[0056] [変形例]

続いて、本実施の形態1の変形例について図6を用いて説明する。図6は、本発明の実施の形態の変形例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。

[0057] 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。これに対して、図6に示すように、本変形例では、飛行制御装置10は、無人飛行機20のデータ処理部21内に構築されている。

[0058] 具体的には、本変形例は、無人飛行機20に搭載されているコンピュータに、飛行制御装置10を実現するプログラムをインストールし、これを実行することによって、実現されている。本変形例によれば、無人飛行機20が外部と無線通信を行なうことが出来なくなった場合においても、無人飛行機20が墜落時に飛行制限領域30に着地する事態が回避される。

[0059] (実施の形態2)

次に、本発明の実施の形態2における、飛行制御装置、飛行制御方法、及びプログラムについて、図7及び図8を参照しながら説明する。図7は、本

発明の実施の形態 2 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 8 は、本実施の形態 2 における飛行制限領域の検出処理を説明する図である。また、図 7 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。

[0060] 本実施の形態 2 においては、無人飛行機 20 は、状態情報に加えて、画素信号から生成された画像データを送信する。このため、飛行制御装置 50 は、送信されてきた画像データに基づいて、飛行制限領域 30 の検出と、飛行制限領域 30 から無人飛行機 20 までの距離 d の算出とを実行する。以下、本実施の形態 2 について、実施の形態 1 との相違点を中心に説明する。

[0061] 図 7 に示すように、本実施の形態 2 では、無人飛行機 20 は、実施の形態 1 と異なり、受光した光に応じて画素信号を出力する撮像素子 25 を備えている。また、撮像素子 25 はカメラ 26 に備えられ、カメラ 26 は、画素信号から画像データを生成し、これを出力する。また、図 8 に示すように、カメラ 26 は、無人飛行機 20 の下方が撮影されるように、無人飛行機 20 に取り付けられている。

[0062] このため、図 8 に示すように、無人飛行機 20 が飛行制限領域 30 に近づくとき、カメラ 26 によって、飛行制限領域 30 の外縁に配置されたマーカ 32 が撮影されるので、マーカ 32 が映った画像データが、飛行制御装置 60 へと送信される。

[0063] また、本実施の形態 2 における飛行制御装置 50 は、送信されてきた画像データを用いて、飛行制限領域 30 を検出する。具体的には、本実施の形態 2 では、領域検出部 51 は、無人飛行機 20 から送信されてきた画像データに基づいて、飛行制限領域 30 の外縁に配置されたマーカ 32 を検出する。

[0064] 更に、領域検出部 11 は、検出したマーカ 32 に基づいて、飛行制限領域 30 を検出する。例えば、領域検出部 11 は、検出したマーカ 32 間を直線で結ぶことによって、飛行制限領域 30 を検出する。また、本実施の形態 2 において、マーカ 32 は、色、形状等が特異であり、画像認識が容易なものであるのが良い。

[0065] そして、本実施の形態2では、距離算出部52は、画像データにおけるマーカ32の大きさ及び位置から、飛行制限領域30から無人飛行機20までの距離 d を算出することができる。

[0066] また、本実施の形態2においては、飛行制御装置50は、各マーカ32の位置が記録された電子地図データを備えていても良い。この場合は、距離算出部52は、電子地図データに、検出したマーカ32を当てはめることによって、各マーカ32の位置を特定する。また、距離算出部52は、画像データにおけるマーカ32の大きさ及び位置と、特定したマーカ32の位置とから、無人飛行機20の電子地図データ上の位置も特定する。そして、距離算出部52は、電子地図データ上の各マーカ32の位置と無人飛行機20の位置とから、距離 d を算出する。

[0067] また、本実施の形態2において、衝突判定部53は、実施の形態1と同様の処理を実行する。例えば、衝突判定部53は、実施の形態1と同様に、無人飛行機20の高度 h 及び速度 v を特定し、高度 h 及び速度 v と距離 d とに基づいて、無人飛行機20が墜落した場合に、飛行制限領域30に着地するかどうかを判定する。

[0068] また、本実施の形態2においても、図5に示したステップA1～A7に沿って処理が実行され、それによって飛行制御方法が実施される。但し、本実施の形態2では、実施の形態1と異なり、ステップA2及びA3は画像データに基づいて行なわれる。

[0069] [実施の形態2による効果]

以上のように本実施の形態2においても、無人飛行機20が、墜落した場合に、飛行制限領域30に設定された領域に着地するかどうかは常に判定されている。このため、無人飛行機20が墜落すると問題が生じる領域を、飛行制限領域30に設定しておけば、無人飛行機20の墜落による衝突事故の発生が抑制される。また、本実施の形態2では、飛行制限領域30は、地上にマーカ32を設置することによって設定できるので、飛行制限領域30を新たに設けたり、変更したりすることが容易である。

[0070] (実施の形態3)

次に、本発明の実施の形態3における、飛行制御装置、飛行制御方法、及びプログラムについて、図9を参照しながら説明する。図9は、本発明の実施の形態3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10は、本実施の形態3における飛行制限領域の検出処理を説明する図である。また、図9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。

[0071] 本実施の形態3においては、無人飛行機20は、状態情報に加えて、無人飛行機の下方に存在する物体を特定するセンシングデータを送信する。このため、飛行制御装置60は、送信されてきたセンシングデータに基づいて、飛行制限領域30の検出と、飛行制限領域30から無人飛行機20までの距離 d の算出とを実行する。以下、本実施の形態3について、実施の形態1との相違点を中心に説明する。

[0072] 図8に示すように、本実施の形態3では、無人飛行機20は、実施の形態1と異なり、無人飛行機の下方に存在する物体に応じて出力信号の特徴が変化するセンサ27を備えている。具体的には、センサ27は、光を照射する光源と、物体で反射された光を受信する受光素子とを備えている。受光素子の出力信号は、存在する物体に応じて特徴が変化することから、この出力信号からセンシングデータが生成される。

[0073] また、本実施の形態2においては、光源としてレーザが用いられており、センサ27は、レーザレンジファインダ28を構成している。レーザレンジファインダ28は、センサ27から出射されるレーザ光を2軸方向において走査することによって、広い範囲に存在する物体を特定することができる。なお、光源から出射される光の波長は特に限定されず、光源からは赤外光が出射されていても良い。また、光源から赤外光が出射される場合は、センサ27は、デプスカメラを構成することになる。

[0074] このため、図9に示すように、無人飛行機20が飛行制限領域30に近づく、レーザレンジファインダ28によって、飛行制限領域30上又はその

周辺の物体 33 が検出され、検出された物体 33 を特定するセンシングデータが、飛行制御装置 60 へと送信される。

[0075] また、本実施の形態 3 における飛行制御装置 60 は、送信されてきたセンシングデータから各物体 33 の大きさ及び位置を特定する。具体的には、本実施の形態 3 では、領域検出部 61 は、センシングデータを解析して、センサ 27 の出力信号の特徴の変化を特定し、特定した特徴の変化に基づいて、飛行制限領域 30 上及びその周辺に存在する物体 33 の大きさ及び位置を特定する。

[0076] また、領域検出部 61 は、特定した各物体 33 に基づいて、飛行制限領域 30 を検出する。具体的には、領域検出部 61 は、予め登録されている物体 33 と飛行制限領域 30 との関係に、検出した物体 33 の位置を当てはめることによって、飛行制限領域 30 を検出する。

[0077] 更に、距離算出部 62 は、検出された物体 33 までの距離を、上述した物体 33 と飛行制限領域 30 との関係に当てはめることによって、飛行制限領域 30 から無人飛行機 20 までの距離 d を算出する。

[0078] また、本実施の形態 3 においては、飛行制御装置 60 は、各物体 33 の位置が記録された電子地図データを備えていても良い。この場合は、距離算出部 62 は、電子地図データに、検出した物体 33 を当てはめることによって、各物体 33 の位置を特定する。また、距離算出部 62 は、検出された物体 33 までの距離と、特定した物体 33 の位置とから、無人飛行機 20 の電子地図データ上の位置も特定する。そして、距離算出部 52 は、電子地図データ上の各物体 33 の位置と無人飛行機 20 の位置とから、距離 d を算出する。

[0079] また、本実施の形態 3 において、衝突判定部 63 は、実施の形態 1 と同様の処理を実行する。例えば、衝突判定部 63 は、実施の形態 1 と同様に、無人飛行機 20 の高度 h 及び速度 v を特定し、高度 h 及び速度 v と距離 d とに基づいて、無人飛行機 20 が墜落した場合に、飛行制限領域 30 に着地するかどうかを判定する。

[0080] また、本実施の形態３においても、図５に示したステップＡ１～Ａ７に沿って処理が実行され、それによって飛行制御方法が実施される。但し、本実施の形態３では、実施の形態１と異なり、ステップＡ２及びＡ３はセンシングデータに基づいて行なわれる。

[0081] [実施の形態３による効果]

以上のように本実施の形態３においても、無人飛行機２０が、墜落した場合に、飛行制限領域３０に設定された領域に着地するかどうかは常に判定されている。このため、無人飛行機２０が墜落すると問題が生じる領域を、飛行制限領域３０に設定しておけば、無人飛行機２０の墜落による衝突事故の発生が抑制される。また、本実施の形態３では、飛行制限領域３０は、その上又は周辺に存在する物体３３（例えば、建物等）を登録することによって設定できるので、実施の形態２と同様に、飛行制限領域３０を新たに設けたり、変更したりすることが容易である。

[0082] (物理構成)

実施の形態１～３におけるプログラムは、コンピュータに、図５に示すステップＡ１～Ａ７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１～３における飛行制御装置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、領域検出部、距離算出部、及び衝突判定部として機能し、処理を行なう。

[0083] なお、本実施の形態１～３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、領域検出部、距離算出部、及び衝突判定部のいずれかとして機能しても良い。

[0084] ここで、実施の形態１～３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を用いて説明する。図１１は、本発明の実施の形態１～３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。

- [0085] 図11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。
- [0086] 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。
- [0087] 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。
- [0088] 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。
- [0089] 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）等の磁気記憶媒体、又はCD-ROM（Compact Disk Read Only Memory）などの光学記憶媒体が挙げられる。
- [0090] なお、本実施の形態1～3における飛行制御装置は、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実現可能である。更に、飛行制御装置は、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。

[0091] 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２１）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。

[0092] （付記１）

無人飛行機を制御するための装置であって、
飛行が制限されている飛行制限領域を検出する、領域検出部と、
前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、距離算出部と、
前記無人飛行機の高度及び速度を特定し、特定した前記高度及び前記速度と算出した前記距離とに基づいて、前記無人飛行機が墜落した場合に前記飛行制限領域に着地するかどうかを判定する、衝突判定部と、
を備えている、ことを特徴とする飛行制御装置。

[0093] （付記２）

前記無人飛行機が、衛星からのGPS信号を受信する、GPS信号受信部を備えており、
前記領域検出部が、予め作成されている電子地図データから前記飛行制限領域を検出し、
前記距離算出部が、前記GPS信号によって特定される前記無人飛行機の位置と、検出された前記飛行制限領域の位置とに基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、
付記１に記載の飛行制御装置。

[0094] （付記３）

前記無人飛行機が、受光した光に応じて画素信号を出力する撮像素子を備えており、
前記領域検出部が、前記画素信号から生成された画像データに基づいて、

前記飛行制限領域の外縁に配置されたマーカを検出し、検出した前記マーカに基づいて、前記飛行制限領域を検出し、

前記距離算出部が、前記画像データにおける前記マーカの大きさ及び位置から、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、
付記 1 に記載の飛行制御装置。

[0095] (付記 4)

前記無人飛行機が、受光した光に応じて画素信号を出力する撮像素子を備えており、

前記領域検出部が、前記画素信号から生成された画像データに基づいて、前記飛行制限領域の外縁に配置されたマーカを検出し、検出した前記マーカを、前記マーカの位置が登録された電子地図データに照合することによって、前記無人飛行機の位置と前記飛行制限領域とを検出し、

前記距離算出部が、検出した前記無人飛行機の位置と前記飛行制限領域とに基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、
付記 1 に記載の飛行制御装置。

[0096] (付記 5)

前記無人飛行機が、その下方に存在する物体に応じて出力信号の特徴が変化するセンサを備えており、

前記領域検出部が、前記出力信号の特徴の変化に基づいて、前記飛行制限領域上又はその周辺に存在する物体を検出することによって、前記飛行制限領域を検出し、

前記距離算出部が、検出された前記物体までの距離に基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、
付記 1 に記載の飛行制御装置。

[0097] (付記 6)

前記無人飛行機が、その下方に存在する物体に応じて出力信号の特徴が変化するセンサを備えており、

前記領域検出部が、前記出力信号の特徴の変化に基づいて、前記飛行制限

領域上又はその周辺に存在する物体を検出し、検出した前記物体を、前記物体の位置が登録された電子地図データに照合することによって、前記無人飛行機の位置及び前記飛行制限領域を検出し、

前記距離算出部が、検出した前記無人飛行機の位置と前記飛行制限領域とに基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、付記 1 に記載の飛行制御装置。

[0098] (付記 7)

前記衝突判定部が、前記飛行制限領域に着地すると判定した場合に、前記無人飛行機に対して、墜落しても前記飛行制限領域に着地しないようにする行動を指示する、

付記 1 に記載の飛行制御装置。

[0099] (付記 8)

無人飛行機を制御するための方法であって、

(a) 飛行が制限されている飛行制限領域を検出する、ステップと、

(b) 前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、ステップと、

(c) 前記無人飛行機の高度及び速度を特定し、特定した前記高度及び前記速度と算出した前記距離とに基づいて、前記無人飛行機が墜落した場合に前記飛行制限領域に着地するかどうかを判定する、ステップと、

を有する、ことを特徴とする飛行制御方法。

[0100] (付記 9)

前記無人飛行機が、衛星からの GPS 信号を受信する、GPS 信号受信部を備えており、

前記 (a) のステップにおいて、予め作成されている電子地図データから前記飛行制限領域を検出し、

前記 (b) のステップにおいて、前記 GPS 信号によって特定される前記無人飛行機の位置と、検出された前記飛行制限領域の位置とに基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、

付記 8 に記載の飛行制御方法。

[0101] (付記 1 0)

前記無人飛行機が、受光した光に応じて画素信号を出力する撮像素子を備えており、

前記 (a) のステップにおいて、前記画素信号から生成された画像データに基づいて、前記飛行制限領域の外縁に配置されたマーカを検出し、検出した前記マーカに基づいて、前記飛行制限領域を検出し、

前記 (b) のステップにおいて、前記画像データにおける前記マーカの大きさ及び位置から、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、

付記 8 に記載の飛行制御方法。

[0102] (付記 1 1)

前記無人飛行機が、受光した光に応じて画素信号を出力する撮像素子を備えており、

前記 (a) のステップにおいて、前記画素信号から生成された画像データに基づいて、前記飛行制限領域の外縁に配置されたマーカを検出し、検出した前記マーカを、前記マーカの位置が登録された電子地図データに照合することによって、前記無人飛行機の位置と前記飛行制限領域とを検出し、

前記 (b) のステップにおいて、検出した前記無人飛行機の位置と前記飛行制限領域とに基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、

付記 8 に記載の飛行制御方法。

[0103] (付記 1 2)

前記無人飛行機が、その下方に存在する物体に応じて出力信号の特徴が変化するセンサを備えており、

前記 (a) のステップにおいて、前記出力信号の特徴の変化に基づいて、前記飛行制限領域上又はその周辺に存在する物体を検出することによって、前記飛行制限領域を検出し、

前記（ｂ）のステップにおいて、検出された前記物体までの距離に基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、
付記 8 に記載の飛行制御方法。

[0104] （付記 1 3）

前記無人飛行機が、その下方に存在する物体に応じて出力信号の特徴が変化するセンサを備えており、

前記（ａ）のステップにおいて、前記出力信号の特徴の変化に基づいて、前記飛行制限領域上又はその周辺に存在する物体を検出し、検出した前記物体を、前記物体の位置が登録された電子地図データに照合することによって、前記無人飛行機の位置及び前記飛行制限領域を検出し、

前記（ｂ）のステップにおいて、検出した前記無人飛行機の位置と前記飛行制限領域とに基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、

付記 8 に記載の飛行制御方法。

[0105] （付記 1 4）

（ｄ）前記（ｃ）のステップにおいて、前記飛行制限領域に着地すると判定した場合に、前記無人飛行機に対して、墜落しても前記飛行制限領域に着地しないようにする行動を指示する、ステップを更に有する、

付記 8 に記載の飛行制御方法。

[0106] （付記 1 5）

コンピュータによって、無人飛行機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）飛行が制限されている飛行制限領域を検出する、ステップと、

（ｂ）前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、ステップと、

（ｃ）前記無人飛行機の高度及び速度を特定し、特定した前記高度及び前記速度と算出した前記距離とに基づいて、前記無人飛行機が墜落した場合に前

記飛行制限領域に着地するかどうかを判定する、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。

[0107] (付記 16)

前記無人飛行機が、衛星からのGPS信号を受信する、GPS信号受信部
を備えており、

前記(a)のステップにおいて、予め作成されている電子地図データから
前記飛行制限領域を検出し、

前記(b)のステップにおいて、前記GPS信号によって特定される前記
無人飛行機の位置と、検出された前記飛行制限領域の位置とに基づいて、前
記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、
付記15に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0108] (付記 17)

前記無人飛行機が、受光した光に応じて画素信号を出力する撮像素子を備
えており、

前記(a)のステップにおいて、前記画素信号から生成された画像データ
に基づいて、前記飛行制限領域の外縁に配置されたマーカを検出し、検出し
た前記マーカに基づいて、前記飛行制限領域を検出し、

前記(b)のステップにおいて、前記画像データにおける前記マーカの大き
さ及び位置から、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出
する、

付記15に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0109] (付記 18)

前記無人飛行機が、受光した光に応じて画素信号を出力する撮像素子を備
えており、

前記(a)のステップにおいて、前記画素信号から生成された画像データ
に基づいて、前記飛行制限領域の外縁に配置されたマーカを検出し、検出し
た前記マーカを、前記マーカの位置が登録された電子地図データに照合する

ことによって、前記無人飛行機の位置と前記飛行制限領域とを検出し、

前記（b）のステップにおいて、検出した前記無人飛行機の位置と前記飛行制限領域とに基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、

付記 15 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0110]（付記 19）

前記無人飛行機が、その下方に存在する物体に応じて出力信号の特徴が変化するセンサを備えており、

前記（a）のステップにおいて、前記出力信号の特徴の変化に基づいて、前記飛行制限領域上又はその周辺に存在する物体を検出することによって、前記飛行制限領域を検出し、

前記（b）のステップにおいて、検出された前記物体までの距離に基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、

付記 15 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0111]（付記 20）

前記無人飛行機が、その下方に存在する物体に応じて出力信号の特徴が変化するセンサを備えており、

前記（a）のステップにおいて、前記出力信号の特徴の変化に基づいて、前記飛行制限領域上又はその周辺に存在する物体を検出し、検出した前記物体を、前記物体の位置が登録された電子地図データに照合することによって、前記無人飛行機の位置及び前記飛行制限領域を検出し、

前記（b）のステップにおいて、検出した前記無人飛行機の位置と前記飛行制限領域とに基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、

付記 15 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0112]（付記 21）

前記プログラムが、前記コンピュータに、

（d）前記（c）のステップにおいて、前記飛行制限領域に着地すると判定

した場合に、前記無人飛行機に対して、墜落しても前記飛行制限領域に着地しないようにする行動を指示する、ステップを実行させる命令を更に含む、付記 15 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[0113] 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 Scope 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。

[0114] この出願は、2015 年 11 月 9 日に提出された日本出願特願 2015-219781 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

[0115] 以上のように、本発明によれば、無人飛行機の墜落による衝突事故の発生を抑制することができる。本発明は、無人飛行機が利用される分野であれば制限無く利用できる。

符号の説明

[0116] 10 飛行制御装置（実施の形態 1）

11 領域検出部

12 距離算出部

13 衝突判定部

14 無線通信部

15 電子地図データ

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 撮像素子

26 カメラ

27 センサ

- 2 8 レーザレンジファインダ
- 3 0 飛行制限領域
- 3 1 ヒト
- 4 0 着地領域
- 5 0 飛行制御装置（実施の形態 2）
- 5 1 領域検出部
- 5 2 距離算出部
- 5 3 衝突判定部
- 5 4 無線通信部
- 6 0 飛行制御装置（実施の形態 3）
- 6 1 領域検出部
- 6 2 距離算出部
- 6 3 衝突判定部
- 6 4 無線通信部
- 1 1 0 コンピュータ
- 1 1 1 CPU
- 1 1 2 メインメモリ
- 1 1 3 記憶装置
- 1 1 4 入力インターフェイス
- 1 1 5 表示コントローラ
- 1 1 6 データリーダ／ライタ
- 1 1 7 通信インターフェイス
- 1 1 8 入力機器
- 1 1 9 ディスプレイ装置
- 1 2 0 記録媒体
- 1 2 1 バス

請求の範囲

- [請求項1] 無人飛行機を制御するための装置であって、
飛行が制限されている飛行制限領域を検出する、領域検出部と、
前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、距離算出部と、
前記無人飛行機の高度及び速度を特定し、特定した前記高度及び前記速度と算出した前記距離とに基づいて、前記無人飛行機が墜落した場合に前記飛行制限領域に着地するかどうかを判定する、衝突判定部と、
を備えている、ことを特徴とする飛行制御装置。
- [請求項2] 前記無人飛行機が、衛星からのGPS信号を受信する、GPS信号受信部を備えており、
前記領域検出部が、予め作成されている電子地図データから前記飛行制限領域を検出し、
前記距離算出部が、前記GPS信号によって特定される前記無人飛行機の位置と、検出された前記飛行制限領域の位置とに基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、
請求項1に記載の飛行制御装置。
- [請求項3] 前記無人飛行機が、受光した光に応じて画素信号を出力する撮像素子を備えており、
前記領域検出部が、前記画素信号から生成された画像データに基づいて、前記飛行制限領域の外縁に配置されたマーカを検出し、検出した前記マーカに基づいて、前記飛行制限領域を検出し、
前記距離算出部が、前記画像データにおける前記マーカの大きさ及び位置から、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、
請求項1に記載の飛行制御装置。
- [請求項4] 前記無人飛行機が、受光した光に応じて画素信号を出力する撮像素

子を備えており、

前記領域検出部が、前記画素信号から生成された画像データに基づいて、前記飛行制限領域の外縁に配置されたマーカを検出し、検出した前記マーカを、前記マーカの位置が登録された電子地図データに照合することによって、前記無人飛行機の位置と前記飛行制限領域とを検出し、

前記距離算出部が、検出した前記無人飛行機の位置と前記飛行制限領域とに基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、

請求項 1 に記載の飛行制御装置。

[請求項5]

前記無人飛行機が、その下方に存在する物体に応じて出力信号の特徴が変化するセンサを備えており、

前記領域検出部が、前記出力信号の特徴の変化に基づいて、前記飛行制限領域上又はその周辺に存在する物体を検出することによって、前記飛行制限領域を検出し、

前記距離算出部が、検出された前記物体までの距離に基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、

請求項 1 に記載の飛行制御装置。

[請求項6]

前記無人飛行機が、その下方に存在する物体に応じて出力信号の特徴が変化するセンサを備えており、

前記領域検出部が、前記出力信号の特徴の変化に基づいて、前記飛行制限領域上又はその周辺に存在する物体を検出し、検出した前記物体を、前記物体の位置が登録された電子地図データに照合することによって、前記無人飛行機の位置及び前記飛行制限領域を検出し、

前記距離算出部が、検出した前記無人飛行機の位置と前記飛行制限領域とに基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、

請求項 1 に記載の飛行制御装置。

[請求項7] 前記衝突判定部が、前記飛行制限領域に着地すると判定した場合に、前記無人飛行機に対して、墜落しても前記飛行制限領域に着地しないようにする行動を指示する、

請求項1～6のいずれかに記載の飛行制御装置。

[請求項8] 無人飛行機を制御するための方法であって、

(a) 飛行が制限されている飛行制限領域を検出する、ステップと、

(b) 前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、ステップと、

(c) 前記無人飛行機の高度及び速度を特定し、特定した前記高度及び前記速度と算出した前記距離とに基づいて、前記無人飛行機が墜落した場合に前記飛行制限領域に着地するかどうかを判定する、ステップと、

を有する、ことを特徴とする飛行制御方法。

[請求項9] 前記無人飛行機が、衛星からのGPS信号を受信する、GPS信号受信部を備えており、

前記(a)のステップにおいて、予め作成されている電子地図データから前記飛行制限領域を検出し、

前記(b)のステップにおいて、前記GPS信号によって特定される前記無人飛行機の位置と、検出された前記飛行制限領域の位置とに基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、

請求項8に記載の飛行制御方法。

[請求項10] 前記無人飛行機が、受光した光に応じて画素信号を出力する撮像素子を備えており、

前記(a)のステップにおいて、前記画素信号から生成された画像データに基づいて、前記飛行制限領域の外縁に配置されたマーカを検出し、検出した前記マーカに基づいて、前記飛行制限領域を検出し、

前記(b)のステップにおいて、前記画像データにおける前記マー

力の大きさ及び位置から、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、

請求項 8 に記載の飛行制御方法。

[請求項11]

前記無人飛行機が、受光した光に応じて画素信号を出力する撮像素子を備えており、

前記 (a) のステップにおいて、前記画素信号から生成された画像データに基づいて、前記飛行制限領域の外縁に配置されたマーカを検出し、検出した前記マーカを、前記マーカの位置が登録された電子地図データに照合することによって、前記無人飛行機の位置と前記飛行制限領域とを検出し、

前記 (b) のステップにおいて、検出した前記無人飛行機の位置と前記飛行制限領域とに基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、

請求項 8 に記載の飛行制御方法。

[請求項12]

前記無人飛行機が、その下方に存在する物体に応じて出力信号の特徴が変化するセンサを備えており、

前記 (a) のステップにおいて、前記出力信号の特徴の変化に基づいて、前記飛行制限領域上又はその周辺に存在する物体を検出することによって、前記飛行制限領域を検出し、

前記 (b) のステップにおいて、検出された前記物体までの距離に基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、

請求項 8 に記載の飛行制御方法。

[請求項13]

前記無人飛行機が、その下方に存在する物体に応じて出力信号の特徴が変化するセンサを備えており、

前記 (a) のステップにおいて、前記出力信号の特徴の変化に基づいて、前記飛行制限領域上又はその周辺に存在する物体を検出し、検出した前記物体を、前記物体の位置が登録された電子地図データに照

合することによって、前記無人飛行機の位置及び前記飛行制限領域を検出し、

前記（b）のステップにおいて、検出した前記無人飛行機の位置と前記飛行制限領域とに基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、

請求項 8 に記載の飛行制御方法。

[請求項14] （d）前記（c）のステップにおいて、前記飛行制限領域に着地すると判定した場合に、前記無人飛行機に対して、墜落しても前記飛行制限領域に着地しないようにする行動を指示する、ステップを更に有する、

請求項 8 ～ 1 3 のいずれかに記載の飛行制御方法。

[請求項15] コンピュータによって、無人飛行機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）飛行が制限されている飛行制限領域を検出する、ステップと、

（b）前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、
ステップと、

（c）前記無人飛行機の高度及び速度を特定し、特定した前記高度及び前記速度と算出した前記距離とに基づいて、前記無人飛行機が墜落した場合に前記飛行制限領域に着地するかどうかを判定する、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16] 前記無人飛行機が、衛星からの G P S 信号を受信する、G P S 信号受信部を備えており、

前記（a）のステップにおいて、予め作成されている電子地図データから前記飛行制限領域を検出し、

前記（b）のステップにおいて、前記 G P S 信号によって特定され

る前記無人飛行機の位置と、検出された前記飛行制限領域の位置とに基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、

請求項 15 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項17]

前記無人飛行機が、受光した光に応じて画素信号を出力する撮像素子を備えており、

前記 (a) のステップにおいて、前記画素信号から生成された画像データに基づいて、前記飛行制限領域の外縁に配置されたマーカを検出し、検出した前記マーカに基づいて、前記飛行制限領域を検出し、

前記 (b) のステップにおいて、前記画像データにおける前記マーカの大きさ及び位置から、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、

請求項 15 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項18]

前記無人飛行機が、受光した光に応じて画素信号を出力する撮像素子を備えており、

前記 (a) のステップにおいて、前記画素信号から生成された画像データに基づいて、前記飛行制限領域の外縁に配置されたマーカを検出し、検出した前記マーカを、前記マーカの位置が登録された電子地図データに照合することによって、前記無人飛行機の位置と前記飛行制限領域とを検出し、

前記 (b) のステップにおいて、検出した前記無人飛行機の位置と前記飛行制限領域とに基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、

請求項 15 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項19]

前記無人飛行機が、その下方に存在する物体に応じて出力信号の特徴が変化するセンサを備えており、

前記 (a) のステップにおいて、前記出力信号の特徴の変化に基づいて、前記飛行制限領域上又はその周辺に存在する物体を検出するこ

とによって、前記飛行制限領域を検出し、

前記（b）のステップにおいて、検出された前記物体までの距離に基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、

請求項 15 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項20]

前記無人飛行機が、その下方に存在する物体に応じて出力信号の特徴が変化するセンサを備えており、

前記（a）のステップにおいて、前記出力信号の特徴の変化に基づいて、前記飛行制限領域上又はその周辺に存在する物体を検出し、検出した前記物体を、前記物体の位置が登録された電子地図データに照合することによって、前記無人飛行機の位置及び前記飛行制限領域を検出し、

前記（b）のステップにおいて、検出した前記無人飛行機の位置と前記飛行制限領域とに基づいて、前記飛行制限領域から前記無人飛行機までの距離を算出する、

請求項 15 に記載のコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

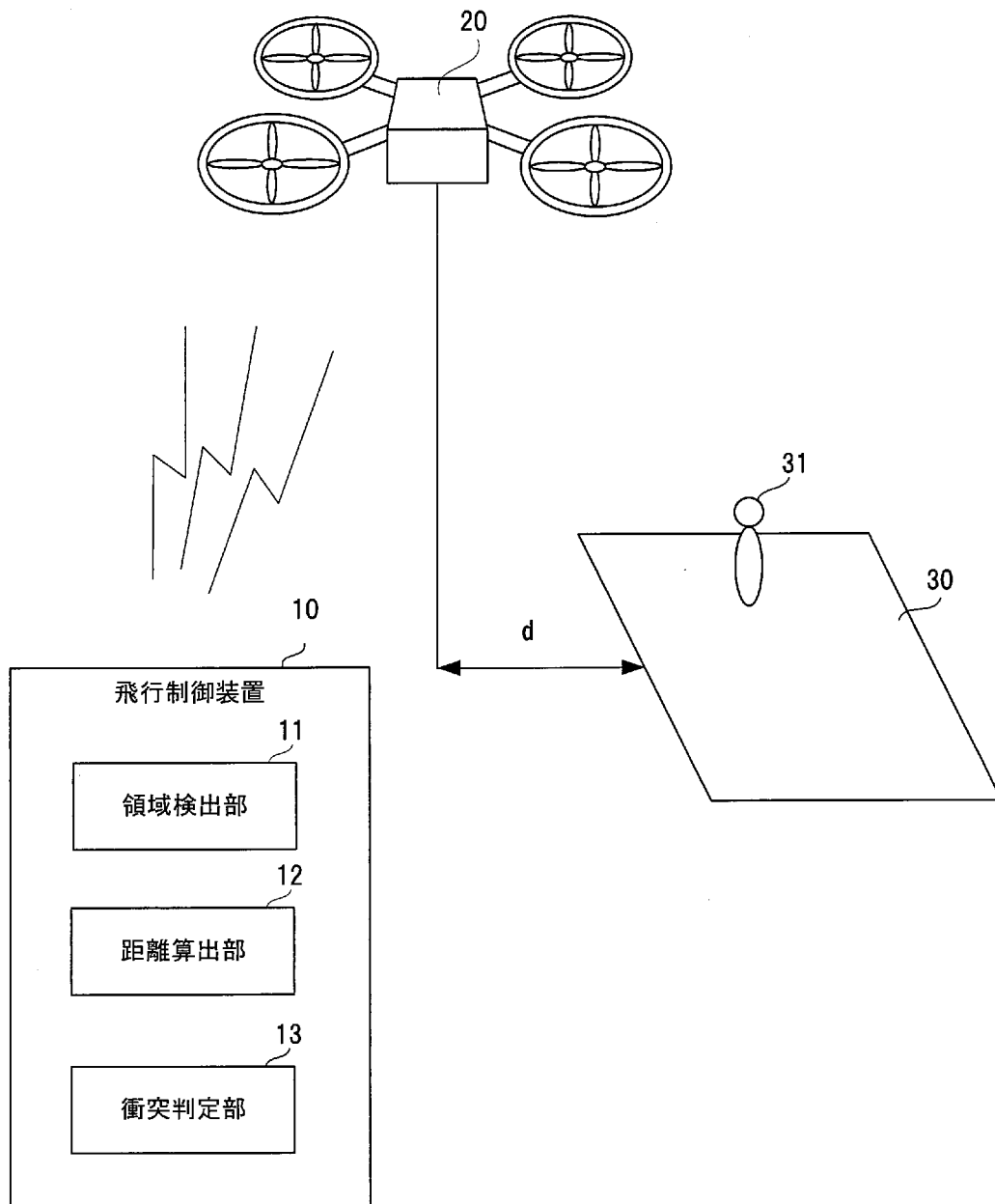
[請求項21]

前記プログラムが、前記コンピュータに、

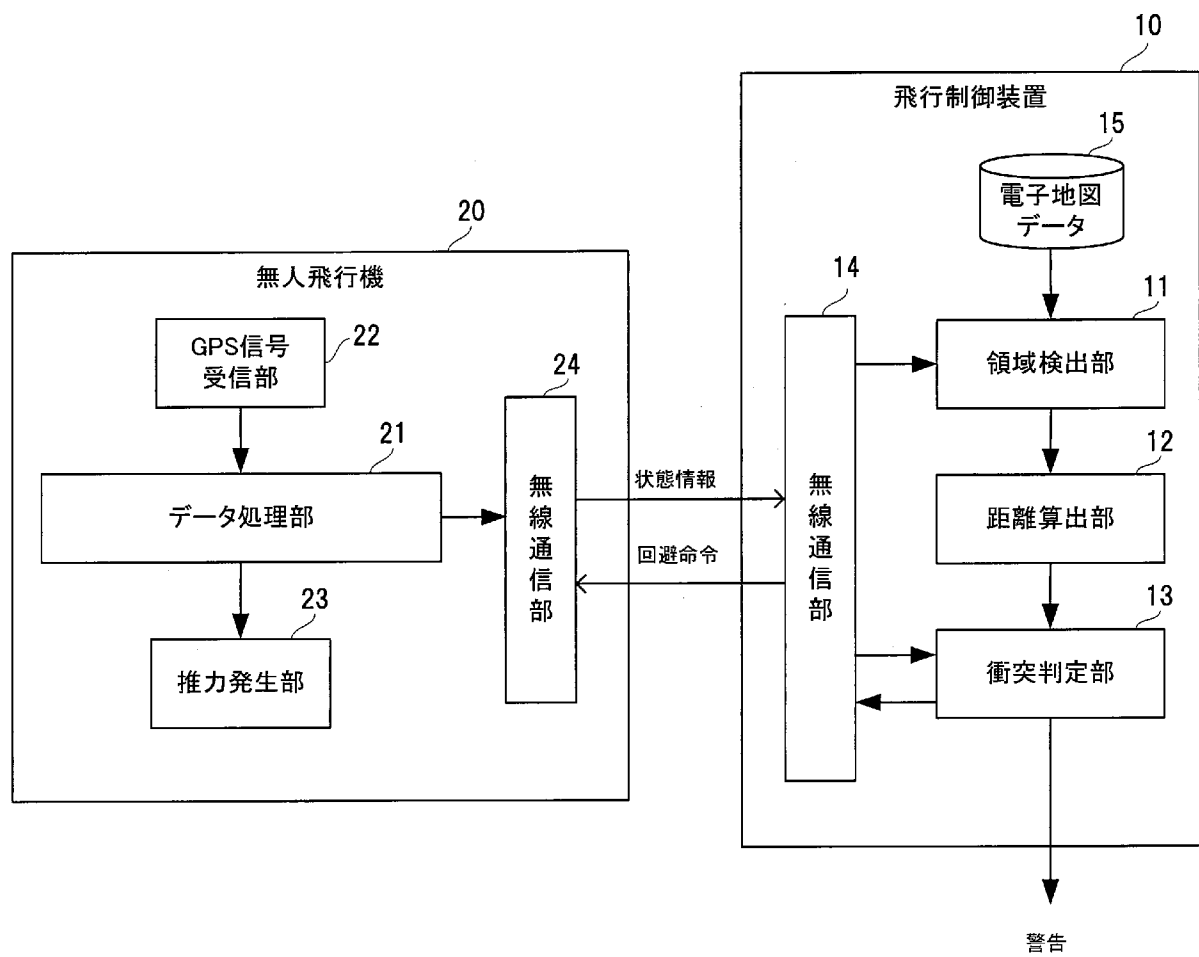
（d）前記（c）のステップにおいて、前記飛行制限領域に着地すると判定した場合に、前記無人飛行機に対して、墜落しても前記飛行制限領域に着地しないようにする行動を指示する、ステップを実行させる命令を更に含む、

請求項 15 ～ 20 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。

[図1]

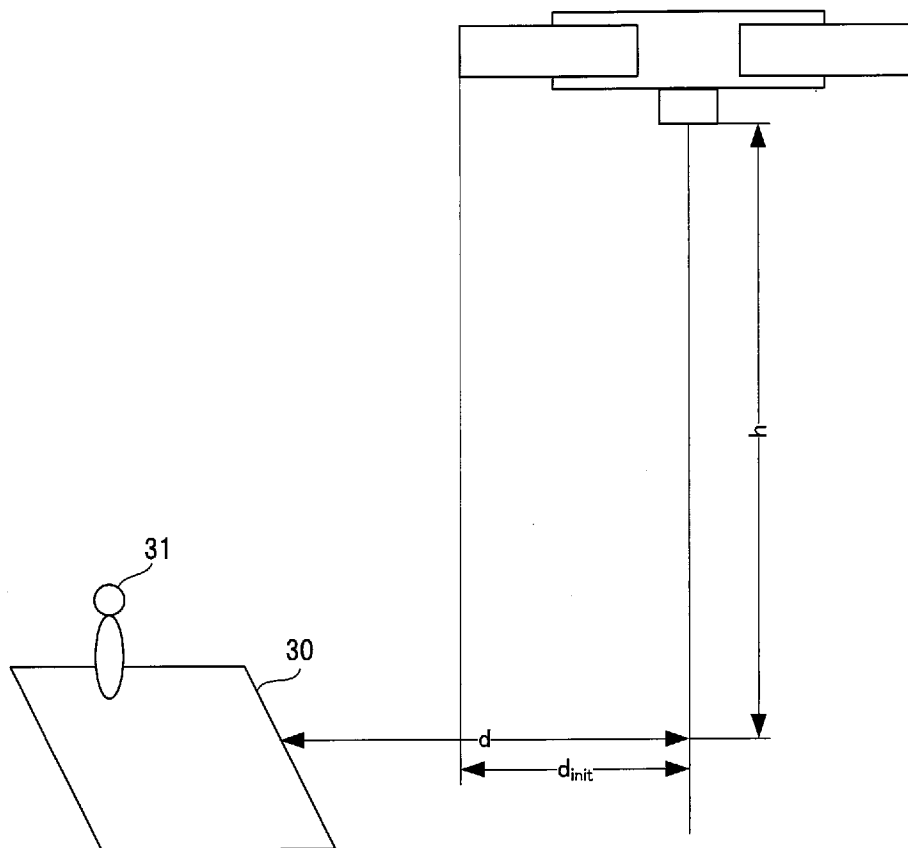


[図2]

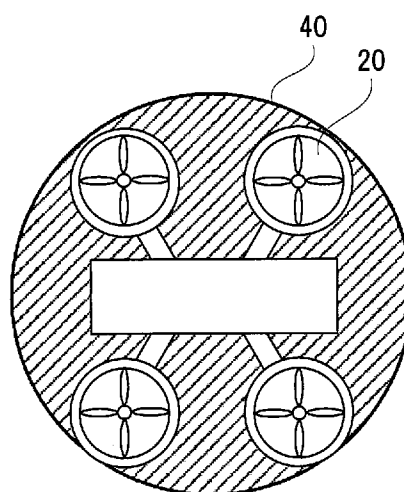


[図3]

(a)

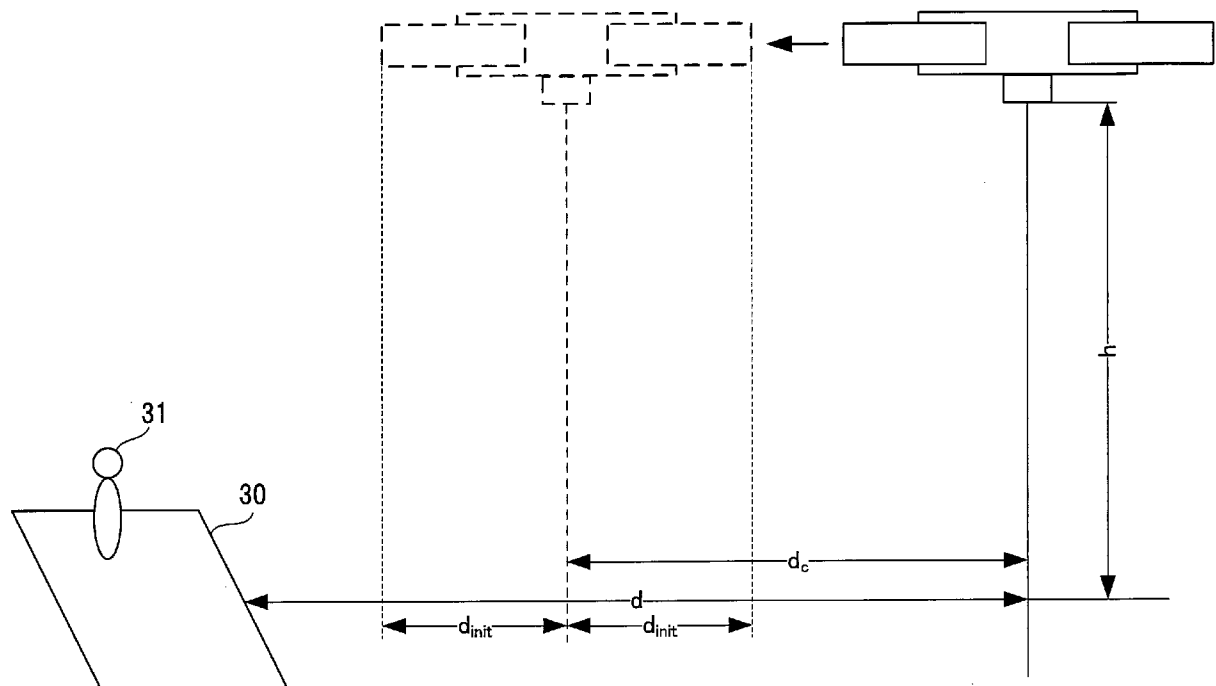


(b)

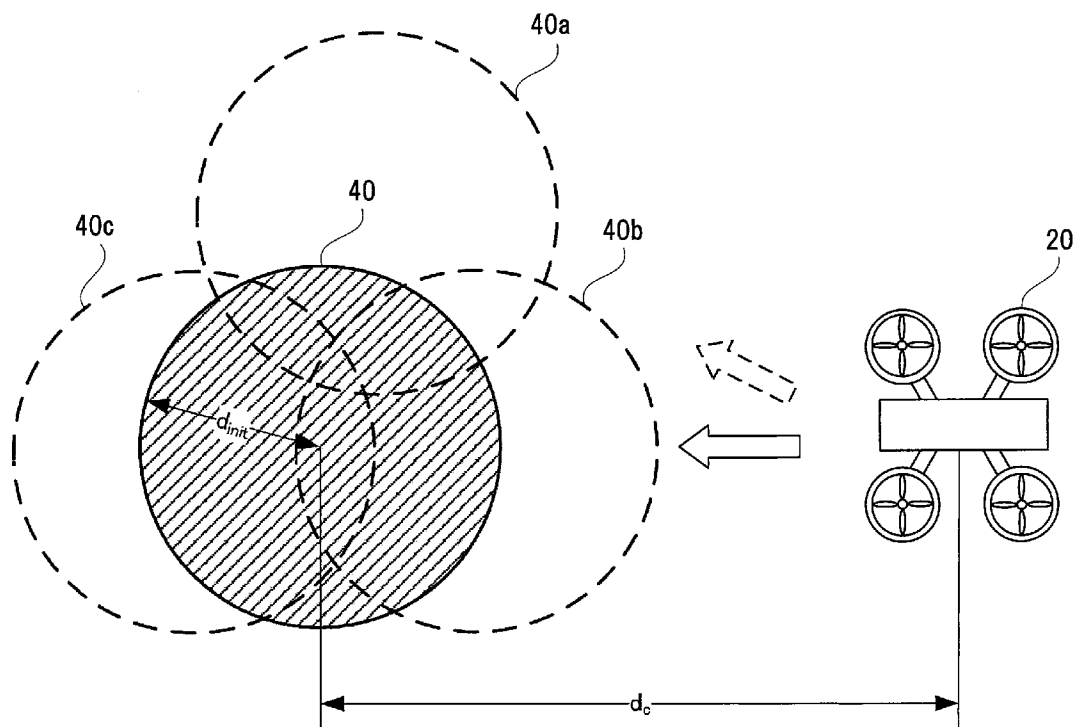


[図4]

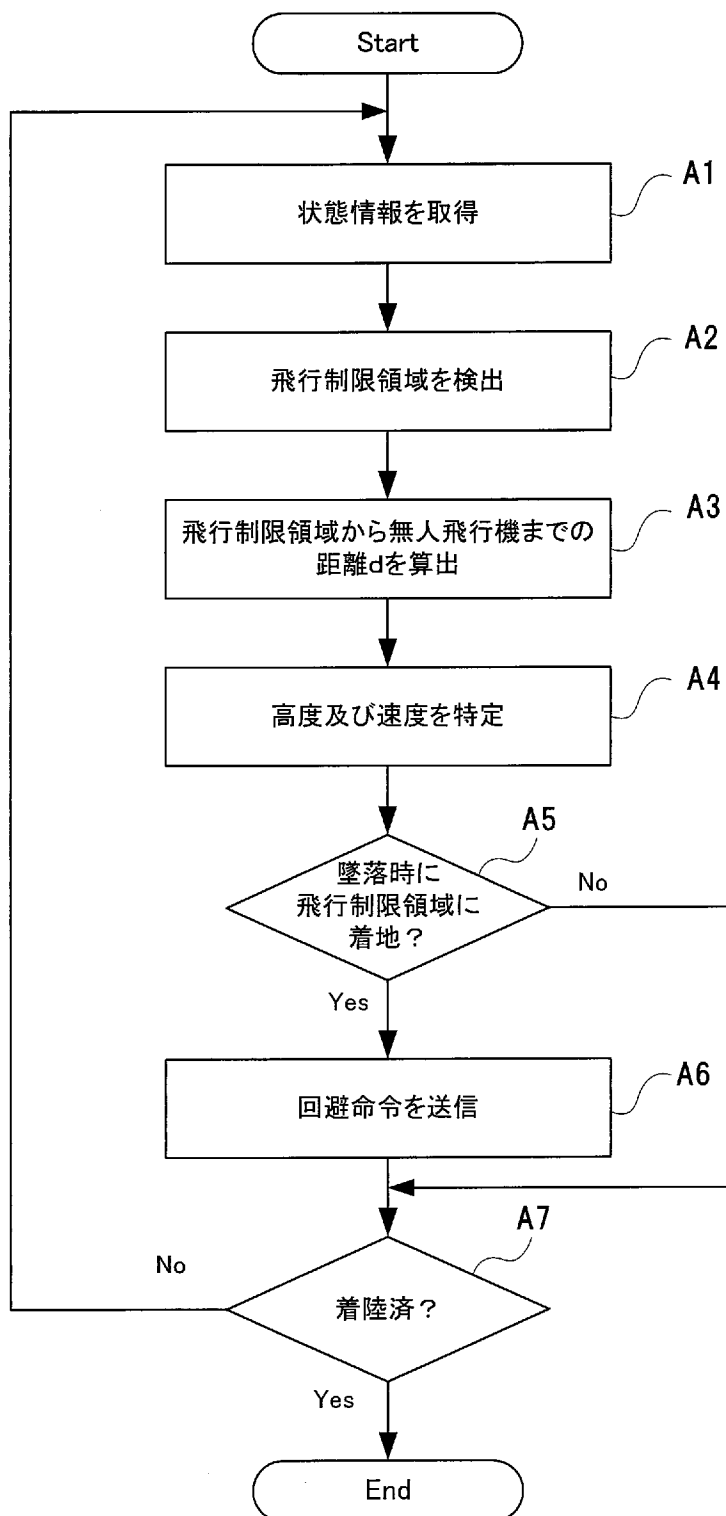
(a)



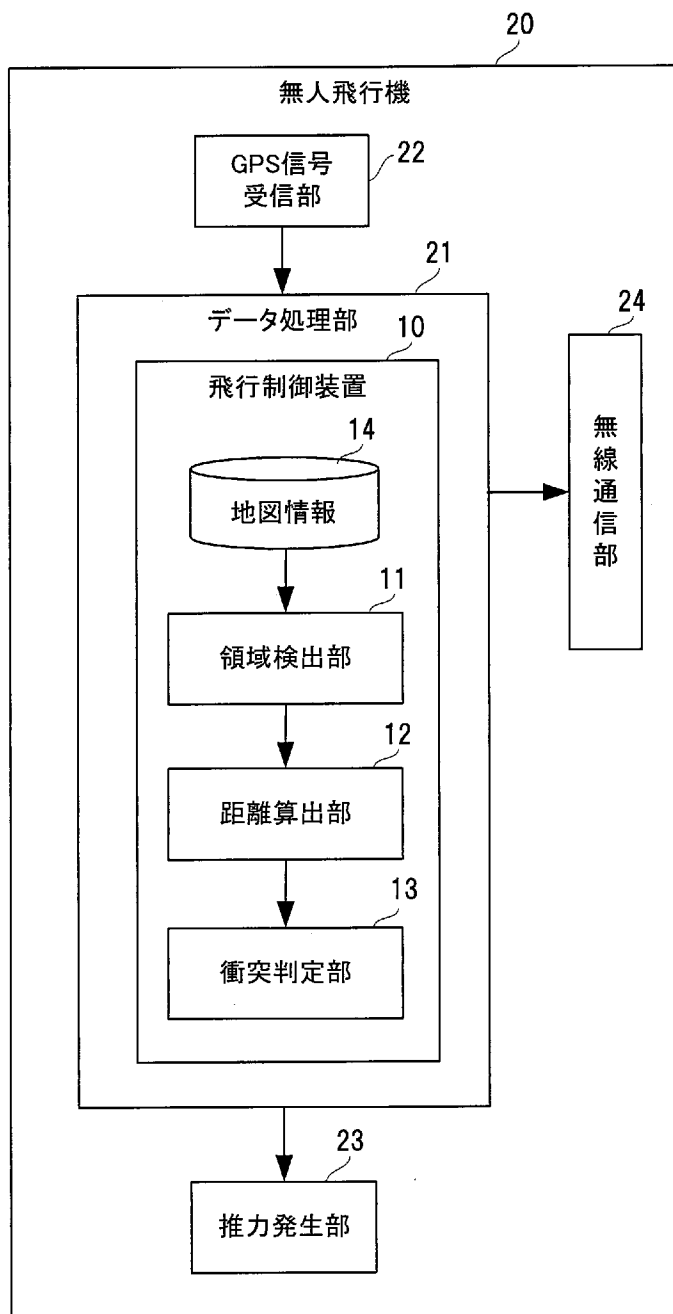
(b)



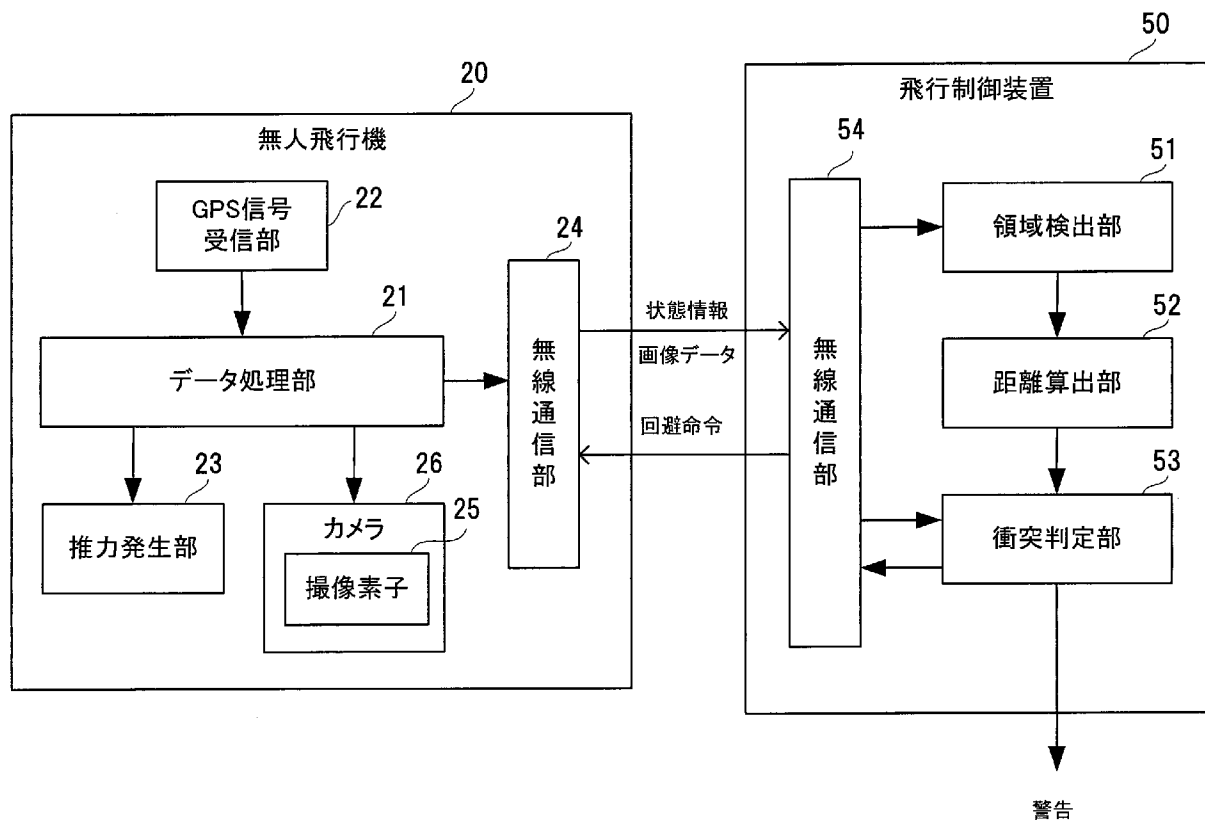
[図5]



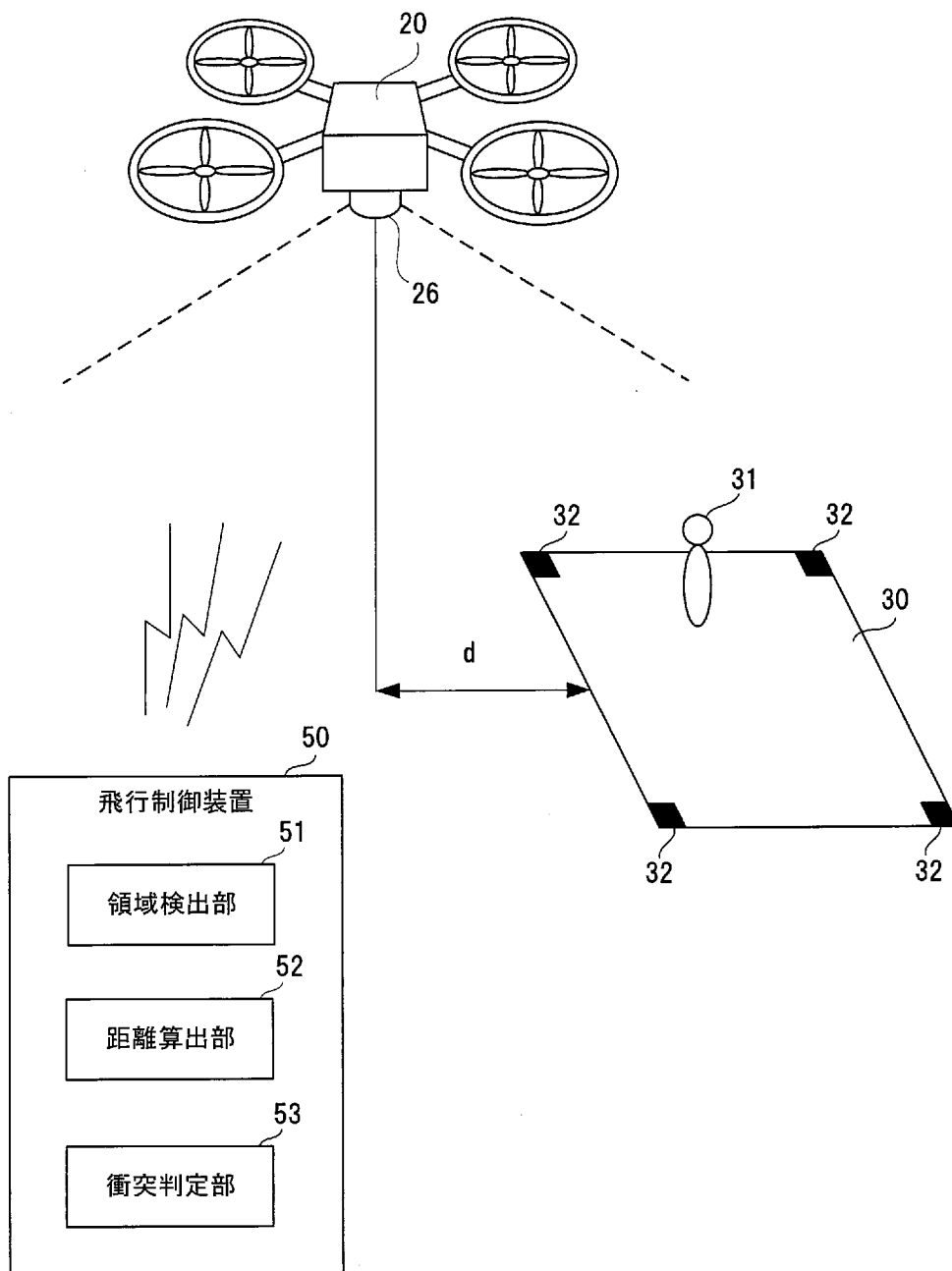
[図6]



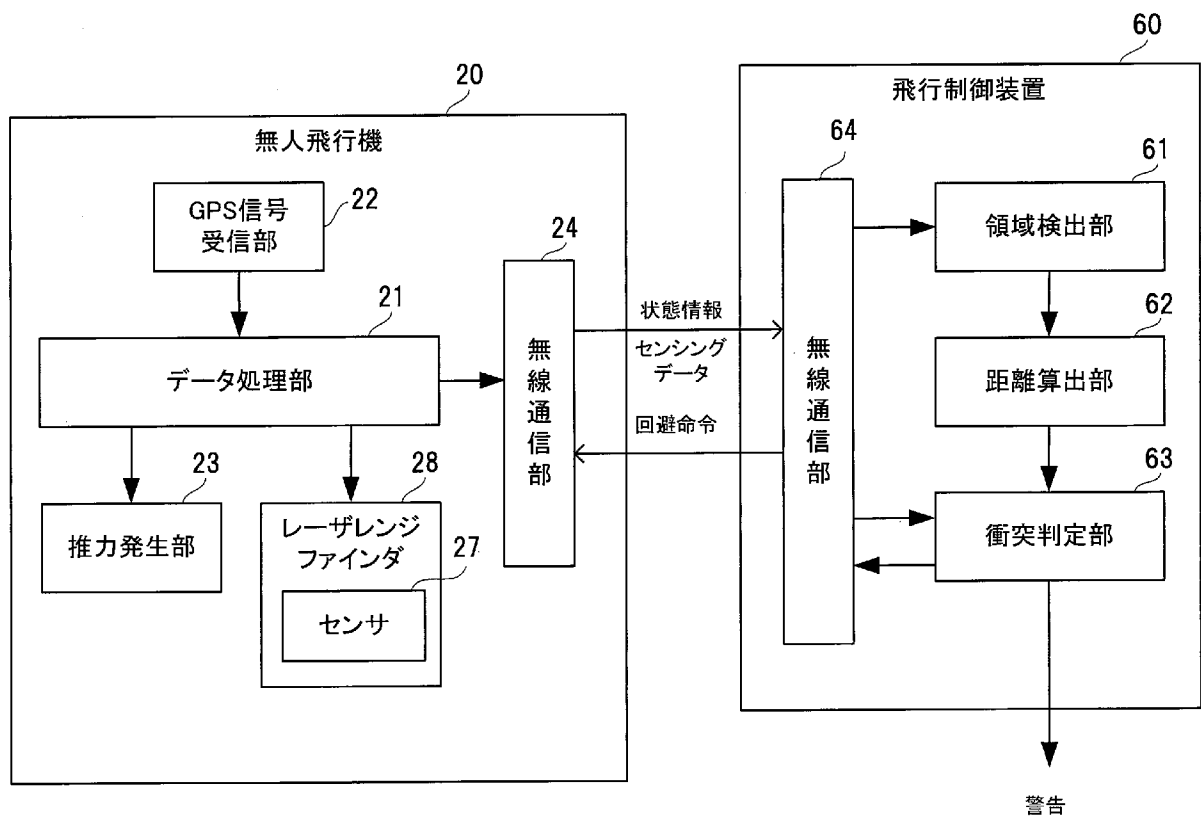
[図7]



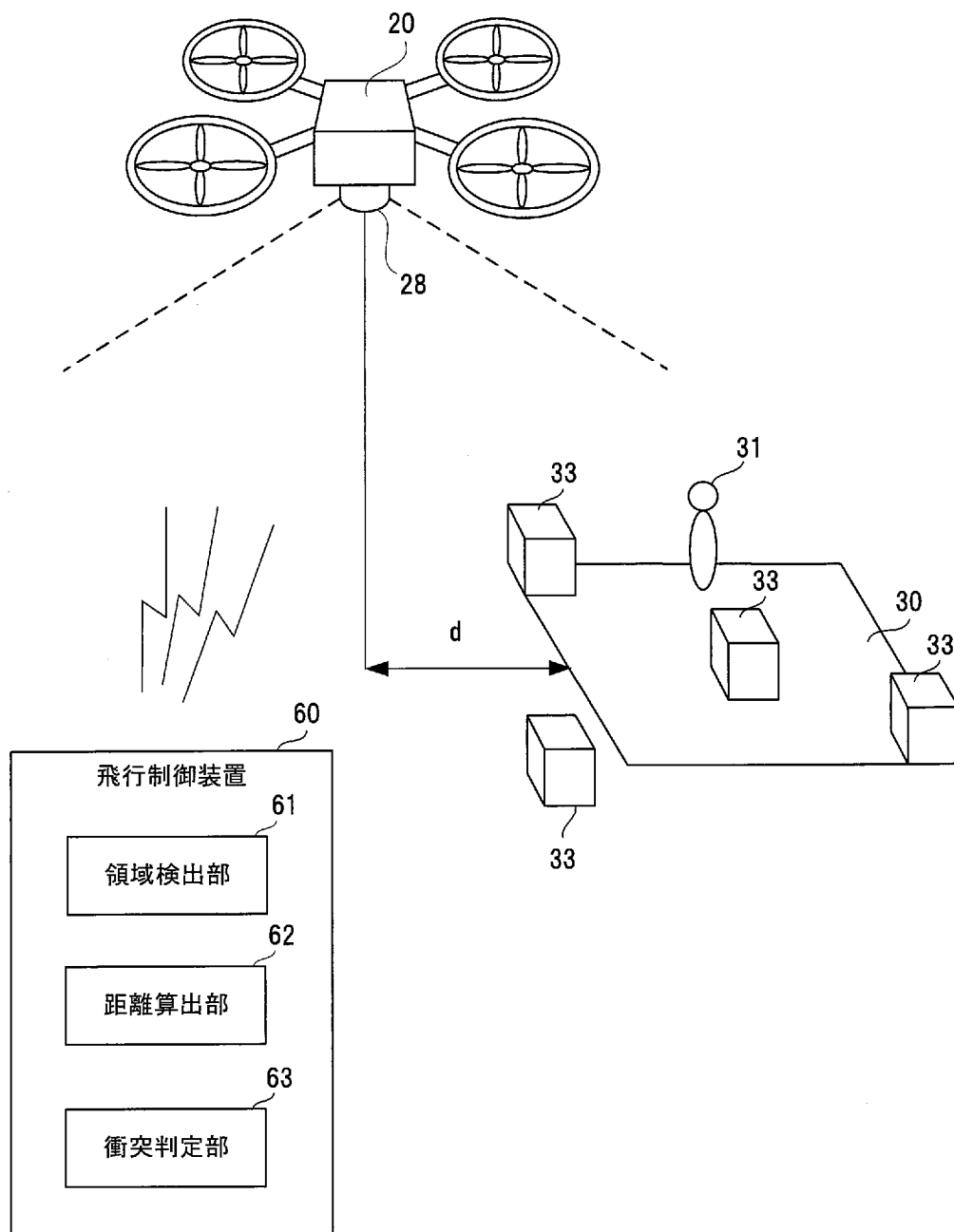
[図8]



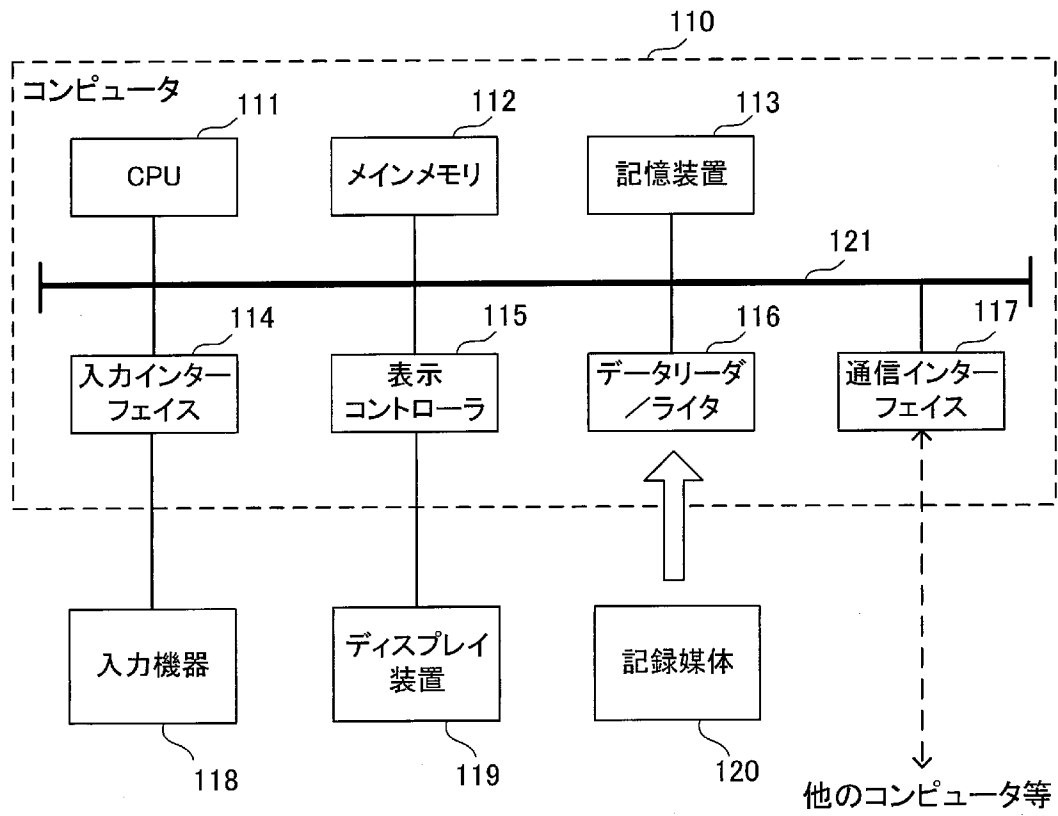
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/073475

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B64C13/20(2006.01)i, B64C27/08(2006.01)i, B64C39/02(2006.01)i, B64D47/08(2006.01)i, G01S17/89(2006.01)i, G01S19/14(2010.01)i, G01S19/52(2010.01)i, G05D1/00(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)

B64C13/20, B64C27/08, B64C39/02, B64D47/08, G01S17/89, G01S19/14, G01S19/52, G05D1/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
Y	JP 2014-199548 A (Sogo Keibi Hosho Co., Ltd.), 23 October 2014 (23.10.2014), paragraphs [0058], [0063]; fig. 1, 3 to 5 (Family: none)	1-21
Y	WO 2010/082352 A1 (Toyota Motor Corp.), 22 July 2010 (22.07.2010), paragraph [0026] & US 2011/0272523 A1 paragraph [0040]	1-21
Y	JP 2005-309717 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 04 November 2005 (04.11.2005), paragraph [0034] (Family: none)	3, 10, 17

☒ 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 October 2016 (06.10.16)

Date of mailing of the international search report
18 October 2016 (18.10.16)

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/JP2016/073475

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5-24591 A (Director General of Technical Research and Development Institute of Defense Agency, Fuji Heavy Industries Ltd.), 02 February 1993 (02.02.1993), paragraph [0015] (Family: none)	3, 10, 17
Y	JP 2007-141108 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 07 June 2007 (07.06.2007), paragraph [0020] (Family: none)	4, 6, 11, 13, 18, 20

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B64C13/20(2006.01)i, B64C27/08(2006.01)i, B64C39/02(2006.01)i, B64D47/08(2006.01)i,
G01S17/89(2006.01)i, G01S19/14(2010.01)i, G01S19/52(2010.01)i, G05D1/00(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. B64C13/20, B64C27/08, B64C39/02, B64D47/08, G01S17/89, G01S19/14, G01S19/52, G05D1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
Y	JP 2014-199548 A (総合警備保障株式会社) 2014.10.23, 段落[0058], [0063], 図1, 3-5 (ファミリーなし)	1-21
Y	WO 2010/082352 A1 (トヨタ自動車株式会社) 2010.07.22, 段落[0026] & US 2011/0272523 A1, 段落[0040]	1-21

☑ 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

06.10.2016

国際調査報告の発送日

18.10.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

前原 義明

3D

4851

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
Y	JP 2005-309717 A (日本電信電話株式会社) 2005.11.04, 段落[0034] (ファミリーなし)	3, 10, 17
Y	JP 5-24591 A (防衛庁技術研究本部長, 富士重工業株式会社) 1993.02.02, 段落[0015] (ファミリーなし)	3, 10, 17
Y	JP 2007-141108 A (松下電工株式会社) 2007.06.07, 段落[0020] (ファミリーなし)	4, 6, 11, 13, 18 , 20