

明 細 書

発明の名称：飛行体の制御システム、その制御装置および目印部

技術分野

[0001] 本発明は、飛行体の制御システムおよびその制御装置、特に屋内で使用される飛行体の制御システムおよびその制御装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、GPS (Global Positioning System) が使えない屋内などで使用されるための、飛行体が知られている。特許文献1の飛行体では、飛行体と構造物との距離を測定し、予め定められた飛行ルート上の構造物の検査を行っている。特許文献1の飛行体では、制御装置に予め飛行開始から飛行終了までの3次元の飛行ルートが記憶されている。飛行体は、記憶された飛行ルートに沿って、自律して飛行するように制御される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2016-111414号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1では、飛行体に3次元の飛行ルートを記憶させる場合、例えば、大型の屋内施設などでは、飛行ルート全体の情報量が膨大となる。その結果、3次元の飛行ルート全体の作成に手間がかかる。さらに、飛行ルート全体を記憶させる記憶装置も大型化する。

[0005] 本発明の課題は、飛行ルート全体を記憶させることなく、飛行体を自律飛行させることにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係る飛行体の制御システムは、飛行体の制御に用いる飛行体の制御システムである。飛行体の制御システムは、少なくとも一つの目印部と、

読み取り部と、飛行情報送信部と、を備える。少なくとも一つの目印部は、飛行体の制御に関する制御情報に対応する。読み取り部は、目印部から制御情報を読み取る。飛行情報送信部は、読み取り部で読み取られた制御情報に基づいて、飛行体が読み取り可能な形式の飛行情報を生成し、飛行体に飛行情報を送信する。

[0007] このような構成の制御システムでは、飛行情報送信部は、読み取り部が目印部から読み取った制御情報に基づいて、飛行情報を飛行体に送信する。これによって、飛行ルート全体を記憶させることなく、飛行体を自律飛行させることができる。

[0008] 飛行体は、目印部に記載された画像を撮像する撮像部と、を有してもよい。読み取り部は、撮像部で撮像した画像から制御情報を読み取ってもよい。このような構成であれば、撮像部が、目印部に記載された画像を撮像することで、飛行体の制御情報を読み取ることができる。その結果、目印部に、センサなどの計測器が不要となり、安価に飛行体を制御できる。

[0009] 飛行体の制御システムは、画像から飛行情報を補正する飛行情報補正部をさらに備えてもよい。このような構成であれば、例えば、読み取り部で読み取った制御情報と、実際に飛行した情報を対比させて、飛行情報を補正することができる。

[0010] 少なくとも一つの目印部は、第1目印部と、第2目印部と、を有してもよい。第1目印部は、少なくとも第2目印部までの飛行体の移動ベクトルに関する第1制御情報と、を有してもよい。このような構成であれば、飛行情報送信部は、読み取り部が読み取った第1目印部の第1制御情報から、第2目印部へ移動するための飛行情報を飛行体に送信することができる。この結果、飛行体は、第1目印部から第2目印部へ確実に飛行することができる。

[0011] 飛行体の制御システムは、目印部を検知する検知部をさらに備えてもよい。飛行情報送信部は、検知部により目印が検知されると、飛行体の空中静止を示す飛行情報を生成してもよい。このような構成であれば、検知部が、目印部を検知すると、飛行体を空中静止させる。この結果、飛行体が、目印部

を通過することを防止することができる。

[0012] 飛行体は、飛行体と飛行体の周囲の構造物との距離を計測する距離センサを有してもよい。目印部は、距離センサの情報から算出される飛行状態に関する第2制御情報を有してもよい。このような構成であれば、距離センサを用いてより正確に飛行体を制御できる。

[0013] 飛行体の制御システムは、飛行体の制御システムの異常を検知する異常検知部と、をさらに備えてもよい。目印部は、異常検知部が検知した異常に応じた第3制御情報を有してもよい。この構成によれば、より安全に飛行体を制御することができる。

[0014] 本発明に係る制御装置は、読み取り部と、飛行情報送信部と、を備える。読み取り部は、飛行体の制御に関する制御情報に対応する少なくとも1つの目印部の制御情報を読み取る。飛行情報送信部は、読み取り部で読み取られた制御情報に基づいて、飛行体が読み取り可能な形式の飛行情報を生成し、飛行体に飛行情報を送信する。

[0015] このような構成の制御装置では、飛行情報送信部は、読み取り部が目印部から読み取った制御情報に基づいて、飛行情報を飛行体に送信することができる。その結果、飛行ルート全体を記憶することなく、飛行体を自律飛行させることができる。

[0016] 本発明に係る目印部は、飛行体の制御に用いる飛行体の制御システムに用いる目印部であって、飛行体の移動ベクトルに関する第1制御情報と、飛行体の飛行状態に関する第2制御情報と、飛行体の制御システムの異常に関する第3制御情報と、を有してもよい。この構成によれば、飛行ルート全体を記憶させることなく、正確かつ安全に飛行体を自律飛行させることができる。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、GPSを使用せず、かつ飛行ルート全体を記憶させることなく、飛行体を自律飛行させることができる。

図面の簡単な説明

- [0018] [図1]本発明の第1実施形態における飛行体の制御システムの全体図。
- [図2]制御装置および飛行体制御部の構成を示すブロック図。
- [図3]第1実施形態における制御装置の制御動作を示すフローチャート。
- [図4]第1実施形態における飛行体の制御システムの作動の様子を示した図。
- [図5]第2実施形態における飛行体の制御システムの全体図。
- [図6]第2実施形態における飛行体の制御システムの作動の様子を示した図。
- [図7]第2実施形態における制御装置の制御動作を示すフローチャート。
- [図8]第3実施形態における飛行体の制御システムの全体図。
- [図9]第3実施形態における飛行体の下面図。
- [図10]第3実施形態における制御装置および飛行体制御部の構成を示すブロック図。
- [図11]第3実施形態におけるフェールセーフコードの表。
- [図12]第3実施形態における制御装置の制御動作を示すフローチャート。

発明を実施するための形態

- [0019] <第1実施形態>
- 以下、第1実施形態について図面を参照しながら説明する。
- [0020] 図1および図2に示すように、本発明の第1実施形態に係る飛行体8の制御システム2は、読み取り部12を有する制御装置4と、少なくとも1つの目印部6と、を備える。
- [0021] 図1に示すように、制御装置4は、飛行体8の上部または、下部に固定される。図2に示すように、制御装置4は、CPU、RAM、ROM、I/Oインターフェースを含む画像処理可能なマイクロコンピュータと、Wi-Fi（登録商標）およびBluetooth（登録商標）などの無線通信デバイスと、によって構成される。制御装置4は、ソフトウェアによって構成される機能構成として、読み取り部12と、飛行情報送信部14と、検知部16と、飛行情報補正部18と、第1無線通信部20を有する。
- [0022] 読み取り部12は、後述する撮像部22で撮像された目印部6の画像Sを、受け取る。読み取り部12は、画像Sを受け取った後、画像処理により、

画像 S に含まれる制御情報を読み取る。読み取り部 12 は、取得した画像 S から制御情報を読み取るプログラムに対応する。例えば、目印部 6 の画像 S に制御情報として矢印が記載（表示）されている場合、制御装置 4 に予め記憶されたプログラムを参照し、画像 S の矢印が示す移動ベクトルを読み取る。このように、読み取り部 12 は、画像 S に含まれる制御情報から、飛行体 8 の移動方向、移動量、撮像部 22 の作動条件などの制御情報を読み取る。すなわち、読み取り部 12 は、矢印という二次元画像で表される制御情報から、プログラムが解釈可能な数値で表される制御情報を生成する。読み取り部 12 は、読み取った制御情報を、飛行情報送信部 14 に送る。

[0023] 飛行情報送信部 14 は、受け取った制御情報を、飛行体 8 の飛行体制御部 10 が読み取れる形式の飛行情報の信号に変換し、第 1 無線通信部 20 に送る。本実施形態では、飛行体 8 が受け入れ可能な飛行情報のデータ形式が予め定められている。飛行情報送信部 14 は、制御情報に基づいて、その所定のデータ形式の飛行情報を生成する。

[0024] 検知部 16 は、飛行体 8 が目印部 6 を通過したか否かを検知する。第 1 実施形態では、検知部 16 は、撮像部 22 が目印部 6 を撮像したか否かを検知する。検知部 16 は、目印部 6 が検知された際に、飛行情報送信部 14 に空中静止の信号を送る。飛行情報送信部 14 は、受け取った空中静止の信号を、後述する飛行体 8 の飛行体制御部 10 が読み取れる形式の飛行情報の信号に変換し、第 1 無線通信部 20 に送る。

[0025] 飛行情報補正部 18 は、飛行体 8 の実際の撮像部 22 から得た画像 S の画像情報から、飛行情報を補正する。詳細については、後述する。

[0026] 第 1 無線通信部 20 は、飛行情報送信部 14 から送られる信号を、通信信号に変換し、後述する飛行体制御部 10 に設けられた第 2 無線通信部へ送信する。

[0027] 図 1 に示すように、目印部 6 は、飛行体 8 の制御情報を含む。目印部 6 には、飛行体 8 の制御情報を含む画像 S が表示される。目印部 6 の画像 S は、少なくとも、次の目印部 6 までの移動ベクトルに関する飛行体 8 の制御情報

に対応している。なお、移動ベクトルには、飛行体 8 の移動量、移動方向（第 1 制御情報）が含まれる。なお、これに加えて飛行体 8 の高度を含んでもよい。目印部 6 は、飛行ルート上の任意の位置に配置される。

[0028] 図 1 に示すように、飛行体 8 は、飛行体制御部 10 と、複数(たとえば 4 つ)のプロペラ 30a と、カメラ 24 と、を備える無人飛行体(例えば、ドローン)である。

[0029] 図 2 に示すように、飛行体制御部 10 は、撮像部 22 と、姿勢検知部 26 と、飛行制御部 28 と、モータ制御部 30 と、第 2 無線通信部 32 と、を含む。飛行体制御部 10 は、CPU、RAM、ROM、ジャイロ、加速度センサ、I/O インターフェースを含むマイクロコンピュータと、Wi-Fi（登録商標）および Bluetooth（登録商標）などの無線通信デバイス、で構成され、ソフトウェアによって、各部を制御する。

[0030] 撮像部 22 は、カメラ 24 と電氣的に接続され、飛行情報送信部 14 からの信号に基づいて、撮像のタイミングおよび撮像時間が設定される。撮像部 22 は、設定された撮像のタイミングおよび撮像時間に基づいて、カメラ 24 を起動させ撮像を行う。

[0031] 姿勢検知部 26 は、加速度センサ（図示せず）やジャイロ（図示せず）の値を測定し、飛行体 8 の傾きや、速度や、移動方向などを検知する。

[0032] 飛行制御部 28 は、飛行情報送信部 14 から送られてきた信号と、姿勢検知部 26 で検知した飛行体 8 の姿勢と、から、4 つのプロペラ 30a をそれぞれ駆動する 4 つのモータ 30b の出力を決定し、モータ制御部 30 へ信号を送る。

[0033] モータ制御部 30 は、飛行制御部 28 からの信号に基づいて、プロペラ 30a を駆動するモータ 30b を、個別に制御する。

[0034] 第 2 無線通信部 32 は、第 1 無線通信部 20 からの通信信号を受け、飛行制御部 28 へ飛行情報の信号を送信する。一方、カメラ 24 で撮像した画像を、撮像部 22 を介して、第 1 無線通信部 20 へ送信する。

[0035] 次に図 3 のフローチャートを用いて制御装置 4 による処理手順の一例につ

いて説明する。制御装置4は、電源スイッチ（図示せず）が押されることにより制御を開始する。

[0036] なお、第1実施形態では、図4に示すように、目印部6aと目印部6bの二つの目印部6があるものとする。また、目印部6a（第1目印部）は、飛行体8が目印部6aから目印部6b（第2目印部）に向かった後、目印部6bとカメラ24が正対する状態になるための制御情報に、対応している。より具体的には、目印部6aには、長方形の枠の中に、矢印（図4の6a右矢印参照）と、目印部6bにおける撮像部22の撮像開始時間に対応する数字（図4の6aの10という数字参照）と、が画像Sとして、記載（表示）されている。一方、目印部6bには、長方形の枠の中に、目印部6aに戻り、目印部6aと、カメラ24が正対する状態になるための制御情報に、対応している。より具体的には、目印部6bには、矢印（図4の6b左矢印参照）と、目印部6bにおける撮像部22の撮像開始時間に対応する数字（図4の6aの20という数字参照）と、が画像Nとして記載（表示）されている。

[0037] 図3に示すように、ステップS1では、制御装置4は、検知部16が目印部6bを検知するまで、目印部6aから得た制御情報に基づいて、飛行体8の制御を行う。すなわち、制御装置4の飛行情報送信部14は、目印部6bへ移動する飛行情報を、第1無線通信部20に送信する。第1無線通信部20は、飛行情報送信部14からの飛行情報を、通信信号に変換して、第2無線通信部32へ送信し、ステップS2へ処理を進める。その後、飛行体8の飛行体制御部10は、制御装置4から送信された飛行情報に基づいて、飛行体制御部10を制御する。飛行体8は、飛行体制御部10の制御により目印部6bに移動する。

[0038] ステップS2では、制御装置4は、検知部16が目印部6bを検知したか否か判断する。検知部16が目印部6bを検知すると、飛行情報送信部14が、飛行体8が空中静止する飛行情報を、第1無線通信部20に送信して、ステップS3に処理を進める。その後、飛行体制御部10は、飛行情報送信部14からの空中静止の飛行情報を受けて、空中静止（ホバリング）するよ

うに、飛行制御部 28 を介して、モータ制御部 30 を制御する。飛行体 8 は、飛行体制御部 10 の制御により、空中静止する。

[0039] 一方、検知部 16 が、目印部 6b を検知していない場合は、ステップ S1 に戻り、飛行情報送信部 14 は、目印部 6b へ向かう飛行情報を、第 1 無線通信部 20 に送信し続ける。

[0040] ステップ S3 では、読み取り部 12 が、目印部 6b に記載（表示）された画像 N を読み取る。読み取り部 12 は、目印部 6a の撮像開始時間に対応する数字に関する制御情報を基に、空中静止後所定時間経過後に撮像を開始するように、飛行情報送信部 14 へ信号を送る。飛行情報送信部 14 は、空中静止後所定時間経過後に、第 1 無線通信部 20 と、第 2 無線通信部 32 を介して、飛行体制御部 10 の撮像部 22 に撮像するための指示を出す。撮像部 22 は、カメラ 24 に、目印部 6b の画像 N を撮像させる。撮像部 22 は、カメラ 24 が撮像した画像 N を読み取る。撮像部 22 は、撮像した画像 N を、第 2 無線通信部 32 および第 1 無線通信部 20 を介して、読み取り部 12 へ送信する。読み取り部 12 は、画像 N から、対応する制御情報を読み取る。すなわち、読み取り部 12 に予め記憶されたプログラムを基に、画像 N を画像処理し、画像 N に含まれる飛行体 8 が移動すべき移動量、移動方向、高度、撮像開始時間などの制御情報を参照し、読み取る。ここで、画像 N は、飛行体 8 が目印部 6a へ移動するための制御情報と、目印部 6a での撮像開始時間の制御情報に対応している。そのため、読み取り部 12 は、飛行体 8 が、目印部 6a までの移動すべき移動量、移動方向、高度と、撮像時間を読み取る。読み取り部 12 は、これら制御情報の読み取りを開始すると、ステップ S4 へ処理を進める。

[0041] ステップ S4 では、読み取り部 12 が、読み取り完了したか否かを判定する。読み取りを完了したと判定した場合は、ステップ S5 へ処理を進める。一方、読み取り部 12 の読み取りが完了しない場合は、ステップ S3 に戻り、撮像部 22 が、撮像を続ける。

[0042] ステップ S5 では、飛行情報補正部 18 が、飛行情報を補正する。図 4 に

示すように、飛行情報補正部 18 は、例えば、図 4 に示す画像 N の長辺 L の長さ、短辺 M の長さ、L と M の角度から、カメラ 24 の目印部 6 b に対する角度と、カメラ 24 と目印部 6 b までの距離を、計測する。すなわち、目印部 6 a の制御情報に基づいて目印部 6 b まで正確に飛行した場合、カメラ 24 は、目印部 6 b に対し正対している。また、カメラ 24 が、目印部 6 b に対し正対している場合、L と M の角度は直角であり、L と M の長さも所定の長さであるはずである。一方、カメラ 24 で、実際に画像 N を撮像した結果、L と M の角度が直角でない場合、または L と M の長さが所定長さでない場合は、実際の飛行ルートが、目印部 6 a に対応した制御情報とずれていることが考えられる。そこで、ステップ S 5 で、飛行情報補正部 18 が、目印部 6 b に対し、カメラ 24 が正対しているか否かを判断し、正対していないと判断すると、ステップ S 6 に処理を進める。一方、正対している場合は、ステップ S 7 に処理を進める。

[0043] ステップ S 6 では、飛行情報補正部 18 は、画像 N の画像情報から、実際の飛行ルートのずれ量を算出し、目印部 6 b の制御情報に対し、ずれ量を反映させた飛行情報を作成し、ステップ S 7 へ処理を進める。

[0044] ステップ S 7 では、飛行情報送信部 14 が、読み取り部 12 からの制御情報と、飛行情報補正部 18 からの補正情報を加えて、目印部 6 a へ移動するため飛行情報を作成し、ステップ S 8 へ処理を進める。

[0045] ステップ S 8 では、飛行情報送信部 14 が、第 1 無線通信部 20 および第 2 無線通信部 32 を介して、飛行体制御部 10 へ飛行情報を送信し、ステップ S 1 へ処理を進める。その後、飛行体制御部 10 は、飛行情報を受け取り、飛行制御部 28 を介して、モータ制御部 30 を制御する。飛行体制御部 10 は、飛行体 8 を、目印部 6 a へ移動させる。

[0046] 以上のような、第 1 実施形態の構成の飛行体の制御システム 2 および制御装置 4 では、目印部 6 に含まれる制御情報を読み取り部 12 が読み取り、飛行体 8 を制御できるため、GPS を用いることなく、飛行体を自律飛行させることができる。また、飛行体 8 に、飛行ルート全体を記憶させることなく

、飛行体 8 を自律飛行させることができる。また、撮像部 2 2 が、目印部 6 に記載（表示）された画像を撮像することで、飛行体の制御情報を読み取ることができる。その結果、目印部に、センサなどが不要となり、安価に飛行体の制御システムが提供できる。また、飛行情報補正部 1 8 が、画像から飛行情報を補正できるから、より正確に次の目印部を捉え、例えば目印部の制御情報に沿って正確に飛行することができる。さらに、制御装置 4 は、目印部 6 を検知すると、飛行体 8 を空中静止させるため、安定した状態で撮像することができる。その結果、制御情報を正確に読みとることができる。また、このような飛行体の制御システム 2 および制御装置 4 を、大型の屋内倉庫に用いた場合、目印部 6 の制御情報に沿って、飛行体 8 を自立飛行させることができる。また、飛行体 8 を自律飛行させながら、撮像部 2 2 で、倉庫内の様子を撮像することができる。その結果、飛行体 8 により、倉庫内を監視することができる。特に、倉庫内に配置された棚の上部は、人による監視を行うことが、困難である。第 1 実施形態の飛行体の制御システム 2 および制御装置 4 を用いれば、安価で簡単に倉庫の監視を行える。さらに、第 1 実施形態の飛行体の制御システム 2 および制御装置 4 は、制御装置 4 が飛行体 8 に取り付けられるため、飛行体 8 と制御装置 4 との通信が、障害物により、妨害されることがない。その結果、安定して自律飛行をすることができる。また、第 1 実施形態の飛行体の制御システムであれば、制御装置 4 に対し、3 次元の飛行ルートを記憶させる必要がない。そのため、制御装置 4 の記憶媒体の容量が小さく済む。その結果、制御装置 4 が軽量になり、飛行体 8 の飛行時間が、重量増加により短くなることを防止することができる。

[0047] <第 2 実施形態>

次に図 5 および図 6 を用いて、実施形態 2 の飛行体の制御システムについて説明する。実施形態 2 の飛行体の制御システム 1 0 2 は、制御装置 4 と、目印部 1 0 6 と、飛行体 8 と、サーバ 1 1 0 と、パソコン 1 1 2 を備える。なお、制御装置 4 と、飛行体 8 については、第 1 実施形態における制御装置 4 と飛行体 8 と同様であるため、説明を省略する。

- [0048] 図6に示すように、目印部106aから106dには、長方形の枠にアルファベットのAからDが記載（表示）されている。図6に示すように、目印部106aから106dが、屋内の棚の周囲を囲むように配置されている。
- [0049] 図5に示すように、サーバ110が、パソコン112とインターネットや無線LANを通じて接続される。サーバ110は、その機能構成として、データベース111を備えている。サーバ110は、ハードウェア、DSP（Digital Signal Processor）、ソフトウェアのいずれによっても構成することが可能である。例えばソフトウェアによって構成する場合、データベース111は、実際にはコンピュータのCPU、RAM、ROMなどを備えて構成され、RAMやROM、ハードディスクまたは半導体メモリ等の記録媒体に記憶されたプログラムが動作することによって実現される。データベース111には、目印部106のアルファベットに対応して、多数の移動ベクトルと撮像時間の、制御情報が、格納されている。
- [0050] パソコン112は、目印部106のアルファベットに対応した制御情報を組み合わせるユーザインターフェース113が、設けられる。パソコン112は、ハードウェア、DSP（Digital Signal Processor）、ソフトウェアのいずれによっても構成することが可能である。例えばソフトウェアによって構成する場合、ユーザインターフェース113は、実際にはコンピュータのCPU、RAM、ROMなどを備えて構成され、RAMやROM、ハードディスクまたは半導体メモリ等の記録媒体に記憶されたプログラムが動作することによって実現される。また、パソコン112は、Wi-Fi（登録商標）やBluetooth（登録商標）などの無線通信デバイスや、LANなどの有線通信デバイスで構成される。各部は、ソフトウェアによって制御される。
- [0051] ユーザインターフェース113は、移動ベクトルと撮像時間の組み合わせに応じたアルファベットが表示されている。本実施形態では、例えば、ユーザインターフェース113には、アルファベットAの組み合わせである移動ベクトルと撮像開始時間114と、アルファベットBの組み合わせである移

動ベクトルと撮像開始時間 1 1 6 と、アルファベット C の組み合わせである移動ベクトルと撮像開始時間 1 1 8 と、アルファベット D の組み合わせである移動動ベクトルと撮像開始時間 1 2 0 と、が表示されている。

[0052] パソコン 1 1 2 のユーザは、インターネットを通じて、サーバ 1 1 0 のデータベース 1 1 1 にアクセスする。ユーザは、データベース 1 1 1 に格納された、各アルファベットに対応した制御情報を、参照する。パソコン 1 1 2 のユーザは、ユーザインターフェース 1 1 3 で、飛行体 8 の使用環境に合わせて、制御情報の組み合わせを作ることができる。

[0053] ユーザインターフェース 1 1 3 で組み合わせた制御情報は、パソコン 1 1 2 に設けられた有線通信デバイスもしくは無線通信デバイスを介して、制御装置 4 に記憶される。また、読み取り部 1 2 は、目印部 1 0 6 a から 1 0 6 d に記載（表示）された画像を読み取り、制御装置 4 に記憶したアルファベットに対応する制御情報を参照するプログラムに対応する。

[0054] 次に図 7 を用いて、飛行体の制御システム 1 0 2 における、制御装置 4 の処理手順の一例について説明する。なお、本実施形態では、図 6 に示すように、飛行体 8 が、屋内の棚（障害物）の周囲を周回しながら飛行するものとする。また、本実施形態では、図 7 のフローチャートに示すように、目印部 1 0 6 d（第 1 目印部）から目印部 1 0 6 a（第 2 目印部）に、飛行体が自律飛行する際の処理手順の一例を示す。

[0055] ステップ S 1 0 1 で、制御装置 4 は、検知部 1 6 が目印部 1 0 6 a を検知するまで、目印部 1 0 6 d から得た制御情報に基づいて制御を行う。すなわち、飛行情報送信部 1 4 は、目印部 1 0 6 a へ移動する飛行情報を、第 1 無線通信部 2 0 に送信する。第 1 無線通信部 2 0 は、飛行情報送信部 1 4 からの信号を、通信信号に変換して、第 2 無線通信部 3 2 へ送信し、ステップ S 1 0 2 へ処理を進める。その後、飛行体 8 の飛行体制御部 1 0 は、制御装置 4 から送信された飛行情報の信号に基づいて、飛行体制御部 1 0 を制御する。飛行体 8 は、飛行体制御部 1 0 の制御により目印部 1 0 6 a に移動する。

[0056] ステップ S 1 0 2 で、検知部 1 6 が、目印部 1 0 6 a を検知したか否か判

断する。検知部 16 が、目印部 106 a を検知すると、飛行情報送信部 14 が、飛行体 8 を空中静止する飛行情報を、第 1 無線通信部 20 に送信して、ステップ S 103 に処理を進める。その後、飛行体制御部 10 は、飛行情報送信部 14 からの空中静止の飛行情報を受けて、空中静止（ホバリング）するように、飛行制御部 28 を介して、モータ制御部 30 を制御する。飛行体 8 は、飛行体制御部 10 の制御により、空中静止する。

[0057] 一方、検知部 16 が、目印部 106 a を検知していない場合は、ステップ S 101 に戻り、飛行情報送信部 14 は、目印部 106 a へ向かう飛行情報を、第 1 無線通信部 20 に送信し続ける。

[0058] ステップ S 103 では、読み取り部 12 が、目印部 106 a に記載（表示）された画像を読み取る。読み取り部 12 は、読み取り部 12 に記憶されたアルファベット D の制御情報に含まれる撮像開始時間を参照する。読み取り部 12 は、目印部 106 d のアルファベット D の制御情報に含まれる撮像開始時間に関する制御情報を基に、空中静止後所定時間経過後に撮像を開始するように、飛行情報送信部 14 へ信号を送る。飛行情報送信部 14 は、第 1 無線通信部 20 と、第 2 無線通信部 32 を介して、飛行体制御部 10 の撮像部 22 に撮像するための指示を出し、ステップ S 104 へ処理を進める。その後、飛行体制御部 10 の撮像部 22 は、カメラ 24 に撮像に、目印部 106 a の画像を撮像させる。撮像部 22 は、カメラ 24 が撮像した目印部 106 の画像を読み取る。撮像部 22 は、撮像が終わると、第 2 無線通信部 32 および第 1 無線通信部 20 を介して、読み取り部 12 へ撮像した画像を送信する。

[0059] ステップ S 104 では、読み取り部 12 が、画像処理により、撮像部 22 から送信された画像が、アルファベット A か否かを判定する。読み取り部 12 は、アルファベット A であると判定した後に、読み取り部 12 に記憶されているプログラムを起動する。読み取り部 12 は、読み取り部 12 に記憶された、プログラムに基づいて、記憶させているアルファベット A に対応する制御情報を、参照し、読み取る。読み取り部 12 は、読み取ったアルファベ

ットAに対応する制御情報を基に、制御信号を作成する。ここで、アルファベットAに対応する制御情報には、次の目印部106bへ移動するために必要な、飛行体8の移動量、移動方向、高度の移動ベクトルの情報と、次の目印部で撮像を開始する撮像開始時間の制御情報が含まれる。読み取り部12は、制御信号の作成を開始すると、ステップS105へ処理を進める。一方、読み取り部12が、アルファベットA以外の文字であると判定した場合は、ステップS106へ処理を進める。

[0060] ステップS106では、他のアルファベットの制御情報を参照する。例えば、読み取り部12が、アルファベットBであると判定した場合は、アルファベットBに対応する制御情報を、参照する。アルファベットCとアルファベットDについても同様である。読み取り部12は、各アルファベットに対応した制御情報を参照し、読み取ると、ステップS106へ処理を進める。

[0061] ステップS106では、読み取り部12が制御信号を作成し終わると、読み取りを完了したとしてステップS107へ処理を進める。一方、読み取り部12の読み取りが完了しない場合は、ステップS103に戻り、撮像部22が、撮像を続ける。

[0062] ステップS107からステップS110の処理方法については、第1実施形態のステップS5からステップS8の処理方法と同じため、説明を省略する。

[0063] このようにして、制御装置4では、ユーザインターフェース113で組わせた制御情報と、撮像部22から送信される画像から、飛行情報を作成し、棚（障害物）の周囲を周回する。

[0064] 以上のような、第2実施形態の構成の飛行体の制御システム102では、パソコン112とサーバ110を用いて、適宜、制御情報を変更し、制御情報に対応する目印部を簡単に作成することができる。その結果、例えば、飛行体8を自律飛行させるコースを変更したい場合であっても、パソコン112をサーバ110に繋ぎ、制御情報の組み合わせを変更するだけで、簡単に飛行ルートを設定できる。また、目印部106aから106dの配置を変更

しても、飛行ルートの変更ができ、飛行ルートの変更が容易である。そのため、屋内の大型倉庫などのレイアウト変更などに、簡単に対応できる、汎用性が高い自律飛行型の飛行体の制御システムと制御装置を提供できる。

[0065] <第3実施形態>

次に図8、図9および図10を用いて、第3実施形態の飛行体の制御システム202について説明する。なお、第3実施形態では第1実施形態と異なる点のみを説明する。

[0066] 図8および図9に示すように、第3実施形態の飛行体の制御システム202では、第1実施形態の構成に加え、飛行体208が、飛行体208と周辺の構造物との距離を計測する第1距離センサ236aと、第2距離センサ236bと、第3距離センサ236cと、第4距離センサ236dと、を有する。さらに、飛行体208は、飛行体208の下方方向にある構造物との距離を計測する第5距離センサ236eを有する。

[0067] また、図8に示すように、目印部206aと目印部206bには、第1実施形態の移動ベクトルの制御情報（第1制御情報）に加え、各目印部における飛行体208の飛行状態に関する制御情報（第2制御情報）である、速度Vと、構造物までの距離Rと、屋内における相対的高さHと、が記載（表示）されている。さらに、目印部206aと目印部206bには、飛行体208が目印部206aと目印部206bの間を飛行中に発生した異常に対して対処方法に関する制御情報（第3制御情報）が示されたフェールセーフコードが、記載（表示）されている。目印部206aと目印部206bは屋内の壁面や、トンネル内の壁面に距離を隔てて配置されている。

[0068] 図9に示すように、第1距離センサ236aから第4距離センサ236dは、飛行体208のボデーの4辺に配置される。第5距離センサ236eは、飛行体208のボデーの下部に配置される。第1距離センサ236aから第5距離センサ236eは、例えば、超音波やレーザを用いて、構造物までの距離を計測するセンサである。第1距離センサ236aから第4距離センサ236dは、飛行体208の進行方向に対して前方向（図8X1参照）、

後方向（図8 X 2 参照）、右方向（図8 X 3 参照）、左方向（図8 X 4 参照）の各方向の構造物との距離を各別に計測する。同様に、第5 距離センサ 2 3 6 e は、飛行体 2 0 8 の下方方向（図8 X 5 参照）の構造物との距離を計測する。すなわち、第5 距離センサ 2 3 6 e は、屋内における飛行体 2 0 8 の相対的高さを計測する。なお、第1 距離センサ 2 3 6 a から第5 距離センサ 2 3 6 e の配置は、各距離センサが機能する条件で配置すればよい。第1 距離センサ 2 3 6 a から第4 距離センサ 2 3 6 d は、飛行体 2 0 8 の4 本の脚部のそれぞれに配置されてもよい。

[0069] 図1 0 に示すように制御装置 2 0 4 は、第1 実施形態の構成に加え、異常検知部 2 1 7 が含まれる。飛行体制御部 2 1 0 は、第1 実施形態の構成に加え、距離計測部 2 3 6 を含む。また、飛行体制御部 2 1 0 には、気圧を用いて飛行体 2 0 8 の高度を計測する高度計測部 2 3 4 が含まれる。

[0070] 飛行体制御部 2 1 0 の距離計測部 2 3 6 は、第1 距離センサ（図1 0 のD S 参照） 2 3 6 a から第4 距離センサ 2 3 6 d で計測した構造物までの距離を、飛行体 2 0 8 の進行方向に対して方向ごとに集計し、飛行体 2 0 8 の周辺にある構造物と、飛行体 2 0 8 との各方向の距離を決定する。距離計測部 2 3 6 は、各方向の距離を、第2 無線通信部 2 3 2 を介して制御装置 2 0 4 へ送信する。

[0071] 制御装置 2 0 4 の飛行情報補正部 2 1 8 は、距離計測部 2 3 6 から受け取った距離の情報から、飛行体 2 0 8 の前方向（図8 X 1 参照）、後方向（図8 X 2 参照）の距離の変化を算出し、飛行体 2 0 8 の飛行速度 V_d と加速度 V_a を算出する。また、飛行情報補正部 2 1 8 は、右方向（図8 X 3 参照）、左方向（図8 X 4 参照）の距離の変化から、飛行体 2 0 8 の回転方向の速度 V_r や加速度 V_{r_a} を算出する。飛行情報補正部 2 1 8 は、下方方向（図8 X 5 参照）の距離の変化から、飛行体 2 0 8 の屋内における相対的高さ H_d を算出する。また、飛行情報補正部 2 1 8 は、右方向（図8 X 3 参照）と、左方向（図8 X 4 参照）の距離から、飛行体 2 0 8 と、構造物との距離 R_d を算出する。飛行情報補正部 2 1 8 は、これらの情報が目印部 2 0 6 a と目

印部 206b から読み取った速度 V と相対的高さ H と距離 R の制御情報と一致するか否かを判断し、一致しない場合は制御情報に合致するように、飛行情報を補正する。制御装置 204 は、補正した飛行情報を、第 1 無線通信部 220 を介して飛行体制御部 210 へ送信する。

[0072] なお、飛行体 208 の屋内における相対的高さ H_d については、第 5 距離センサ 236e の計測値と、高度計側部 234 の値を比較し適宜選択してもよい。例えば、飛行体 208 の下方の面の状態が安定せず、第 5 距離センサ 236e の計測値がばらつく場合、高度計側部 234 の値のみを使用してもよい。

[0073] 異常検知部 217 は、飛行体 208 のバッテリー電圧の低下、飛行体 208 が次の目印部 206b が検出できない場合、飛行体 208 が構造物などに異常に接近した場合、などの飛行体の制御システム 202 の異常を検知する。

[0074] 図 11 の表が示すようフェールセーフコードは、異常検知部 217 が異常を検知した場合に飛行体 208 をどのように制御するか定めたコードである。図 11 に示すように、例えば、飛行体 208 が目印部 206b を所定時間内に発見できない場合は、飛行体 208 がホバリングするように定められている。また、これに対応するフェールセーフコードとして F0001 と定められている。また、例えば、飛行体 208 と通信できない場合は、屋内またはトンネル内の所定位置に設けた着陸基地 Ba へ戻るように定められている。これに、対応するフェールセーフコード F0006 と定められている。フェールセーフコードは、図 11 の表をデータテーブル Df として、制御装置 204 の記憶装置に保管されている。目印部 206a と目印部 206b には、図 10 の表のフェールセーフコードのいずれかが記載（表示）されている。

[0075] 次に図 12 を用いて、飛行体の制御システム 202 における、制御装置 204 の処理手順の一例について説明する。なお、第 3 実施形態では第 1 実施形態と異なる点のみ説明する。

[0076] ステップ S201 では、制御装置 204 は、目印部 206a から読み取っ

た制御情報に基づいて飛行体208を制御する。例えば、目印部206aで移動ベクトル（図8の206aの矢印参照）に加え、速度Vと、構造物までの距離Rと、屋内における相対的高さHが制御情報として記載（表示）されている場合、読み取り部212は、目印部206aの制御情報を画像として読み取る。制御装置204は、第1実施形態の制御に加えて、飛行体208の速度Vdと、構造物との距離Rdと、相対的高さHdが、目印部206aの速度Vと、構造物との距離Rと、相対的高さHとなるように飛行情報を生成し、飛行体制御部210へ飛行情報を送信する。飛行体制御部210は、飛行情報に基づいて飛行体208を制御する。

[0077] ステップS202では、制御装置204は、異常検知部217で飛行体208に異常が発生したか否かと、異常の状態を検知する。制御装置204は、異常の状態を検知すると（ステップS202 Yes）、データテーブルDfからフェールセーフコードを呼び出し、目印部206aから読み取ったフェールセーフコードと一致するフェールセーフコードを読み取り、読み取ったフェールセーフコードに該当する制御を飛行情報として、飛行体制御部210へ送信する（ステップS203）。例えば、目印部206aにF0001というフェールセーフコードが記載（表示）されていたとする。制御装置204は、飛行体208が所定時間内に目印部206bを発見できない状態と検知した場合、目印部206aに記載（表示）されていたF0001というフェールセーフコードを呼び出し、飛行体208がホバリングをするように制御する。一方、制御装置204は、異常検知部217で異常を検知しない場合は（ステップS202 No）、ステップS204へ処理を進める。

[0078] ステップS204は、第1実施形態と同様であるため、説明を省略する。

[0079] ステップS205では、制御装置204は、読み取り部212が第1実施形態で読み取る情報に加え、目印部206bに記載（表示）された速度Vと、構造物との距離Rと、相対的高さHと、フェールセーフコードFの制御情報を読み取る。

- [0080] ステップS 2 0 6 は、第 1 実施形態と同様であるため、説明を省略する。
- [0081] ステップS 2 0 7 では、制御装置 2 0 4 の飛行情報補正部 2 1 8 は、目印部 2 0 6 b の制御情報と、各距離センサの値から算出した飛行体 2 0 8 の飛行速度 V_d と、構造物との距離 R_d と、相対的高さ H_d と、ステップS 2 0 5 で読み取った制御情報の値を比較する。
- [0082] ステップS 2 0 8 では、飛行情報補正部 2 1 8 が、飛行体 2 0 8 の飛行情報を補正する。例えば、目印部 2 0 6 a の制御情報が、構造物との距離 R が 3 0 であったとする。目印部 2 0 6 b の制御情報も 3 0 であったとする。この場合、飛行体 2 0 8 は、構造物との距離 R_d は 3 0 の一定で飛行する。しかし、何らかの外的要因により、目印部 2 0 6 b の位置における飛行体 2 0 8 と構造物との距離 R_d が 3 2 に変化したとする。この場合、飛行情報補正部 2 1 8 は、構造物との距離 R_d が 3 0 となるように飛行情報を補正する。同様に、例えば、目印部 2 0 6 a の制御情報が、相対的高さ H が 2 0 から 3 0 に変化する情報であったとする。目印部 2 0 6 b の制御情報相対的高さ H が 3 0 から 2 0 に変化する情報であったとする。この場合、飛行体 2 0 8 は、構造物との相対的高さ H_d を 2 0 から 3 0 へ変化させて飛行する。しかし、何らかの外的要因により、目印部 2 0 6 b の位置における飛行体 2 0 8 と相対的高さ H_d が 3 2 に変化したとする。この場合、飛行情報補正部 2 1 8 は、相対的高さ H_d が 3 0 となるように飛行情報を補正する。
- [0083] ステップS 2 0 9 からステップS 2 1 0 は第 1 実施形態と同様であるため、説明を省略する。
- [0084] 以上のような、第 3 実施形態の構成の飛行体の制御システム 2 0 2 および制御装置 2 0 4 では、飛行体 2 0 8 に、第 1 距離センサ 2 3 6 a から第 5 距離センサ 2 3 6 e を設けて、目印部 2 0 6 に各距離センサから算出される制御情報を記載（表示）されている。これにより、GPS を用いることなく、飛行体 2 0 8 をより安定させて自律飛行させることができる。また、目印部 2 0 6 には、フェールセーフコードが記載（表示）されている。このため、飛行体 2 0 8 に異常が発生した際に、屋内またはトンネル内の環境に応じて

、飛行体 208 を安全に飛行させることができる。さらに、姿勢検知部 226 の加速度センサ（図示せず）やジャイロ（図示せず）が機能しない状態であっても、第 1 距離センサ 236 a から第 5 距離センサ 236 e を用いて、飛行体 208 の傾きや、速度や、移動方向などを検知することができる。

[0085] <他の実施形態>

（a）上述の実施形態では、無人飛行体を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限られるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。特に、本明細書に書かれた複数の実施形態および変形例は必要に応じて任意に組合せ可能である。

[0086] （b）上述の第 1 実施形態では、目印部 6 a および 6 b の一例として、矢印と数字を用いたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、目印部 6 a および 6 b を QR コード（登録商標）で表示してもよい。目印部 6 a および 6 b に QR コード（登録商標）を用いた場合、制御装置 4 の読み取り部 12 に QR コード（登録商標）リーダを予めプログラムとして記憶させてもよい。

[0087] （c）上述の第 2 実施形態では、目印部 106 a から 106 d でアルファベットを用いたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、目印部 106 a から 106 d は数字や簡単な文字であってもよい。また、移動ベクトルと撮像開始時間を QR コード（登録商標）に変換し、目印部 106 a から 106 d に用いてもよい。

[0088] （d）上述の実施形態では、検知部 16 は、撮像部 22 で得られた画像を用いたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、目印部 6、106 に磁石などを用いて、磁力を検知しても良い。また、赤外線を用いて、目印部 6、106 を検知してもよい。

[0089] （e）上述の第 1 実施形態および第 2 実施形態では、飛行情報補正部 18 は、目印部 6、106 の長方形部分の長辺および短辺 M を用いたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、障害物を回避しやすい長波の電波や、音波などを用いてもよい。また、長辺 L および短辺 M に変えて、目印

部 1 0 6 の周囲にある構造物の直線部を用いてもよい。

[0090] (f) 上述の第 1 実施形態および第 2 実施形態では、目印部 6、1 0 6 に長方形の枠を用いたが、本発明は、これに限定されるものではない。目印部 6、1 0 6 は、菱形や丸形であってもよい。

[0091] (g) 上述の第 1 実施形態で目印部 6 は任意の位置に配置することとしたが、本発明は、これに限定されるものではない。目印部 6 が自走式の装置の上部に配置されてもよい。この結果、自走式の装置の動きに合わせて、飛行体 8 を追従飛行させることができる。

[0092] (h) 上述の第 3 実施形態では、第 1 距離センサ 2 3 6 a から第 5 距離センサ 2 3 6 e を用いたが、距離センサの個数はこれに限定されるものではない。例えば、飛行体 2 0 8 の進行方向前後左右 2 個以上配置した場合、例えば右側の 2 個の距離を一定に保つように飛行すれば、機体の回転方向が安定し、飛行の安定化が期待できる。また、距離センサに変えて、レーザレンジファインダであってもよい。この場合、目印部 2 0 6 a と目印部 2 0 6 b には、レーザレンジファインダの受光角度を記載（表示）してもよい。

[0093] (i) 上述の第 3 実施形態では、目印部 2 0 6 a と目印部 2 0 6 b に、速度 V と、構造物までの距離 R と、屋内における相対的高さ H を記載（表示）したが、各距離センサの値を記載（表示）してもよい。これにより、飛行情報補正部 2 1 8 が行う演算が省略できる。

[0094] (j) 上述の第 3 実施形態では、図 1 0 の表に示したフェールセーフコードで説明したが、これに限定されるものでない。フェールセーフコードは、飛行体の制御システム 2 0 2 に発生しうる異常の全てに対応して定めればよい。

符号の説明

[0095]	2	1 0 2	2 0 2	: 飛行体の制御システム
	4	2 0 4		: 制御装置
	6	1 0 6	2 0 6	: 目印部（マーカ）
	8	2 0 8		: 飛行体

1 2 2 1 2 : 読み取り部
1 4 2 1 4 : 飛行情報送信部
1 6 2 1 6 : 検知部
1 8 2 1 8 : 飛行情報送信部
2 2 2 2 2 : 撮像部
2 1 7 : 異常検知部
2 3 6 a : 第 1 距離センサ
2 3 6 b : 第 2 距離センサ
2 3 6 c : 第 3 距離センサ
2 3 6 d : 第 4 距離センサ
2 3 6 e : 第 5 距離センサ