

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-178301

(P2017-178301A)

(43) 公開日 平成29年10月5日(2017.10.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 6 4 D 43/00 (2006.01)	B 6 4 D 43/00	
B 6 4 C 39/02 (2006.01)	B 6 4 C 39/02	
G O 1 C 5/06 (2006.01)	G O 1 C 5/06	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L 外国語出願 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2017-9194 (P2017-9194)	(71) 出願人	516096357
(22) 出願日	平成29年1月23日 (2017.1.23)		パロット ドローンズ
(31) 優先権主張番号	1650605		フランス共和国 75010 パリ, カイ
(32) 優先日	平成28年1月26日 (2016.1.26)		デ ジェマップ 174-178
(33) 優先権主張国	フランス (FR)	(74) 代理人	230104019
			弁護士 大野 聖二
(特許庁注: 以下のものは登録商標)		(74) 代理人	100174137
1. i P h o n e			弁理士 酒谷 誠一
2. i P o d		(74) 代理人	100184181
			弁理士 野本 裕史
		(72) 発明者	マチュー バベル
			フランス共和国 75009 パリ, プー
			ルバード ドゥ ラ マドレーヌ, 8

最終頁に続く

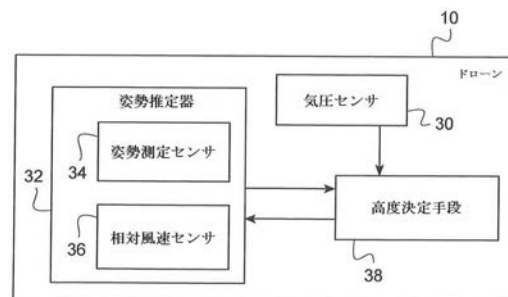
(54) 【発明の名称】 ドローン用の高度推定器

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】検出される高度測定値を潜在的に再調整するための手段を備える高度決定手段を含むドローンを提案する。

【解決手段】本発明は、ドローンであって、ドローン高度信号を配信するようになっている気圧センサ30と、ドローンの少なくとも1つの姿勢角度を推定するようになっている前記ドローンの姿勢を測定するためのセンサ34と、絶対地球基準系で表わされるドローン高度値を配信するようになっている高度決定手段38とを備えるドローンに関する。ドローンは、相対風速を測定するようになっている相対風速センサ36を備え、また、高度決定手段は、所定の高度補償データを記憶するための装置と、姿勢測定センサによって及び相対風速センサによって及び気圧センサによって配信される信号を入力として受けるとともに、推定ドローン高度値を出力するためにこれらの信号と記憶装置に記憶される高度補償データとを組み合わせる高度推定器とを備える。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ドローンであって、
ドローン高度信号を配信するようになっている気圧センサ（30）と、
前記ドローンの少なくとも1つの姿勢角度を推定するようになっている前記ドローンの姿勢を測定するための少なくとも1つのセンサ（34）と、
絶対地球基準系で表わされるドローン高度値を配信するようになっている高度決定手段（38）と、
を備えるドローンにおいて、
前記ドローンは、相対風速を測定するようになっている少なくとも1つの相対風速センサ（36）を備え、
前記高度決定手段（38）は、
所定の高度補償データを記憶するための装置（40）と、
前記少なくとも1つの姿勢測定センサ（34）によって及び前記少なくとも1つの相対風速センサ（36）によって及び前記気圧センサ（30）によって配信される信号を入力として受けるとともに、推定ドローン高度値を出力するためにこれらの信号と記憶装置（40）に記憶される前記高度補償データとを組み合わせる高度推定器（42）と、
を備えることを特徴とするドローン。

【請求項 2】

前記高度推定器（42）は、前記少なくとも1つの姿勢測定センサによって及び前記少なくとも1つの相対風速センサによって及び前記気圧センサによって配信される信号に応じて推定高度を定期的に決定するようになっている請求項1に記載のドローン。

【請求項 3】

前記ドローンの姿勢がピッチ及び／又はロールを備えることを特徴とする請求項1に記載のドローン。

【請求項 4】

所定の高度補償データを記憶するための前記装置（40）は、前記ドローンに生じた外乱の測定によって予め決定される高度補償データを有することを特徴とする請求項1に記載のドローン。

【請求項 5】

前記高度推定器（42）は、適用される補償を決定するための装置（46）と、推定高度を計算するための装置（48）とを備えることを特徴とする請求項1に記載のドローン。

【請求項 6】

適用される補償を決定するための前記装置（46）は、前記少なくとも1つの姿勢測定センサによって及び前記少なくとも1つの相対風速センサによって配信される信号に基づき、これらの信号を前記記憶装置（40）に記憶される高度補償データに組み合わせることによって、適用される補償を決定し、

推定高度を計算するための前記装置（48）は、推定高度を決定するために前記気圧センサ（30）により配信される高度と前記適用される補償とを加えるようになっている手段を備える、

ことを特徴とする請求項5に記載のドローン。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ドローン、特に例えばクアドリコプター等の回転翼ドローン及び固定翼ドローンに関する。

【背景技術】**【0002】**

固定翼ドローンには、少なくとも1つのそれぞれのモータによって駆動される少なくと

も１つのロータが設けられる。

【０００３】

回転翼ドローンには、ドローンを所定の姿勢及び速度で操縦するべく差別化された態様で制御され得るそれぞれのモータにより駆動される複数のロータが設けられる。

【０００４】

そのようなドローンの典型的な例は、一連のセンサ（加速度計、３軸ジャイロメータ、高度計）と、ドローンが向かうシーンの画像を捉えるフロントカメラと、上空から見た地上の画像を捉える垂直視野カメラとを備えるクアドリコプターである、フランスのパリにある Parrot SA の AR . Drone、Bebop Drone、又は、Bebop 2 である。

【０００５】

国際公開第 2010/061099 号パンフレット及び欧州特許出願公開第 2364757 号明細書（Parrot SA）は、そのようなドローン、及び、一体型の加速度計を有するタッチスクリーンマルチメディア電話又はメディアプレーヤ、例えば iPhone 型の携帯電話或いは iPod Touch 又は iPad 型（米国アップル社の登録商標）のマルチメディアプレーヤ又はタブレットによるドローンの操縦原理について記載する。ドローンは、機器傾きセンサによって発せられる信号を用いてユーザにより操縦され、傾きはドローンにより再現される。すなわち、例えばドローンを前進させるために、ユーザは自分の機器をそのピッチ軸の周りで傾動させ、また、ドローンを右に又は左に逸らすために、ユーザは、この機器をそのロール軸に対して傾動させる。そのように、ドローンが下方（ピッチ角に従った傾き）へ傾動する又は「駆動する」ように制御される場合、ドローンは、傾き角が大きいほど高い速度で前進し、逆に、ドローンが反対方向に「上昇」するように制御される場合、ドローンの速度が次第に落ちた後に反転し、それにより、後方に引き返す。同じように、ロール軸の周りの傾きを制御する場合、ドローンは右へ又は左へ傾き、それにより、右へ又は左へ向かう水平な並進状態の直線移動がもたらされる。

【０００６】

ユーザは、自分の思うままに使える他のコマンドを有し、これらのコマンドは、特に、「上昇／下降」（スロットル制御）及び「右回転／左回転」（ドローンのそのヨー軸周りの回転）がタッチスクリーン上に表示される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】

【特許文献 1】国際公開第 2010/061099 号パンフレット

【特許文献 2】欧州特許出願公開第 2364757 号明細書

【特許文献 3】欧州特許出願公開第 2400460 号明細書

【特許文献 4】欧州特許出願公開第 2644240 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

発明は、特に、ドローンが飛行する高度の評価に関する。

【０００９】

本明細書中で使用される用語「高度」は、ガリレイ基準系などの固定された地球基準系において考慮される垂直方向におけるドローンの瞬間位置の値を意味し、その高度ゼロは、地上のドローンの位置に対応する。そのため、この「高度」は絶対的な大きさである。

【００１０】

前述の文献に記載される AR . Drone などのドローンには、超音波を発して受けるための電気音響トランスデューサを含む US センサとも呼ばれる超音波距離計が設けられる。このトランスデューサは、数十又は数百マイクロ秒の短い超音波バーストを放射した後、地面での反射後に送り返される音響エコー戻りを待つ。バースト放射をエコー受信から分離する期間は、移動される音響経路の長さを推定できるようにし（音速は知られてい

10

20

30

40

50

る)、したがって、ドローンを反射面から分離する距離を評価できるようにする。実際には、USセンサのビームがかなり幅広い(一般に、約55°の開き角度の円錐)限りにおいて、トランスデューサは、殆どの場合、多数のエコーを受けて、これらのエコーの何れが最も近いポイントに対応するのかを判別する。この測定は、25Hzの典型的な周波数の超音波バーストの再発を伴って、短い間隔で繰り返される。

【0011】

超音波距離計を実装するそのような高度推定器は、例えば、欧州特許出願公開第2400460号明細書(Parrrot SA)に記載され、この場合、高度推定器は、とりわけ、特に地面に対するドローンの水平速度を認識するために加速度計データと組み合わせて使用される、ドローンが上空を飛行する地形の一連の画像に対して適用されるべきスケール係数を計算するために使用される。

10

【0012】

以下において「距離」と呼ばれる超音波距離計により与えられる結果は、いかなる場合でも、相対的な大きさであり、ドローンが上空を飛行する地形の起伏の関数である。確かに、測定される距離は、特にドローンが障害物の上を通り過ぎることが起こるときには、例えば、ドローンが一定の高度でテーブル又は壁の上を飛行する場合には、高度(前述した意味の範囲内)とは異なる場合がある。すなわち、この飛行の継続時間にわたって、超音波距離計により測定される距離は、高度が変化しなかったにもかかわらず急に減少し得る。

【0013】

20

そのため、距離計の表示だけが考慮される場合には、高度を安定した値に維持することだけが望まれるときに、特に起伏がある地形で求められる目標でない「地形追従」をドローンに行なわせるリスクがある。

【0014】

発明は、この現象に起因する特定数の問題及び超音波測距センサに特有の他の欠点を解決することを目的とする。

【0015】

これらのセンサは以下の特徴を有する。

もたらされる測定値は、高度の単なる相対的な測定値(測距、距離測定値)である、

現状では、測定は、地面により反射される複数のエコー、ほぼ反射性の地形、及び、例えばドローンが吸収地形(低木・・・)の上を飛行するときの頻繁な信号消失に起因して、非常に騒々しい、

30

レンジが限定され、前述した文献に記載されるAR.Droneの場合には約6m、また、この値を超えると、測距信号が急に消失する、

一方で、測定は非常に迅速であり、測定が高周波(一般に25Hz)で繰り返されてもよく、また、数十センチメートルから数メートルの範囲の測定スケールで数センチメートル程度の測定精度が優れている。

【0016】

これらの欠点を補償するために、測距センサと組み合わせて、他のタイプのセンサ、すなわち、欧州特許出願公開第2644240号明細書(Parrrot SA)に記載されるような圧力センサ又は気圧センサを使用できる。

40

【0017】

気圧センサは、飛行中に圧力の変化を測定できるようにし、そのような変化は高度の変化に関連付けられる。したがって、離陸時の高度ゼロからのこれらの変化を積算することによって高度の絶対測定値を得ることができる。

【0018】

気圧センサは以下の特徴を有する。

気圧センサは、上空を飛行する地形に依存しない絶対測定値を与える、

気圧センサを上限なしに高い高度で使用する、

一方では、気圧センサは、圧力変化を積算することが必要である限りにおいて、遅く、

50

かなり不正確である、

加えて、気圧センサは、ドローンのロータが圧力センサにより配信される信号を使用できないようにする高い乱流をもたらすときに、特に低い高度で、地面効果に起因して空気力学的な乱れに晒される。

【 0 0 1 9 】

確かに、気圧センサは、高度の表示を与える静圧を測定する圧力センサである。この高度は、絶対的であり、ドローン動作とは無関係でなければならない。

【 0 0 2 0 】

また、ドローンは、それらのサイズに起因して、ドローンに備わる異なるセンサの組み込みに制約を有する。これは、それらのセンサが小さい電子基板（最も小さい可能性）上に位置されて小サイズの場所に位置決めされなければならないからである。更に、ドローンのこれらのサイズ制約は、重量制約、自律性制約、安定性制約、及び、コスト制約に影響を与える。

10

これらの制約の全てに起因して、気圧センサが頻繁にキャビティ内に位置され、比較的可撓性がある材料を用いて閉じられたキャビティが形成される。

【 0 0 2 1 】

そのようなアセンブリは以下の欠点を有する。ドローンの飛行中に、空気の相対速度が、ドローンの外表面上に、ドローン構造の変形をもたらす動的な圧力を印加して、キャビティ内、特に気圧センサを収容するキャビティ内の静圧を変える。気圧センサを収容するキャビティの静圧が変化されると、それにより、気圧センサにより検出される高度に誤りが生じる。

20

【 0 0 2 2 】

そのため、本発明の目的は、この困難を任意の状況で克服できるようにする、検出される高度測定値を潜在的に再調整するための手段を備える高度決定手段を含むドローンを提案することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 3 】

本発明は、その目的のため、例えば前述した欧州特許出願公開第 2 6 4 4 2 4 0 号明細書により開示されるようなドローンであって、ドローン高度信号を配信するようになっている気圧センサと、ドローンの少なくとも 1 つの姿勢角度を推定するようになっている前記ドローンの姿勢を測定するための少なくとも 1 つのセンサと、絶対地球基準系で表わされるドローン高度値を配信するようになっている高度決定手段とを備えるドローンを提案する。

30

【 0 0 2 4 】

本発明の特徴として、ドローンは、相対風速を測定するようになっている少なくとも 1 つの相対風速センサを備え、また、高度決定手段は、

所定の高度補償データを記憶するための装置と、

前記少なくとも 1 つの姿勢測定センサによって及び前記少なくとも 1 つの相対風速センサによって及び気圧センサによって配信される信号を入力として受けるとともに、推定ドローン高度値を出力するためにこれらの信号と記憶装置に記憶される高度補償データとを組み合わせる高度推定器と、

40

を備える。

【 0 0 2 5 】

様々な有利な付随する特徴によれば、

高度推定器は、前記少なくとも 1 つの姿勢測定センサによって及び前記少なくとも 1 つの相対風速センサによって及び気圧センサによって配信される信号に応じて推定高度を定期的に決定するようになっている。

前記ドローンの姿勢がピッチ及び / 又はロールを備える。

所定の高度補償データを記憶するための装置は、前記ドローンに生じた外乱の測定によって予め決定される高度補償データを備える。

50

高度推定器は、適用される補償を決定するための装置と、推定高度を計算するための装置とを備える。

適用される補償を決定するための装置は、前記少なくとも1つの姿勢測定センサによって及び前記少なくとも1つの相対風速センサによって配信される信号に基づき、これらの信号と記憶装置に記憶される高度補償データに組み合わせることによって、適用される補償を決定し、また、推定高度を計算するための装置は、推定高度を決定するために気圧センサにより配信される高度と適用される補償とを加えるようになっている手段を備える。

【0026】

ここで、添付図面を参照して、本発明の装置の典型的な実施形態について説明する。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】ドローンと、ドローンの遠隔操縦のための関連する遠隔制御機器とを示す全体図である。

【図2】本発明に従ったドローン高度の推定を可能にするドローンの主要要素のブロック図である。

【図3】本発明に係る高度決定手段の異なる要素のブロック図である。

【図4】本発明に従った推定高度の決定のフロー図である。

【図5】本発明に従った補正後の推定高度測定値を示すクロノグラムである。

【発明を実施するための形態】

【0028】

図1において、参照符号10は、一般に、ドローン、例えば、国際公開第2010/061099号パンフレット及び欧州特許出願公開第2364757号明細書並びにフランス特許出願公開第2915569号明細書（特に、ドローンにより使用されるジャイロメータ及び加速度計システムについて記載する）及び欧州特許出願公開第2431084号明細書（特に、所定の軌道を制御するための方法について記載する）に記載される前述したAR Drone、Bebop Drone、及び、Bebop 2などのクアドリコプタータイプの回転翼ドローンを示す。

【0029】

本発明によれば、ドローンは、例えば、専門のランドマッピングドローンであるスイスのシュローザーズにあるSenseFlyのeBeeモデル又はフランスのパリにあるParrot SAにより最近提供されたDiscobeeモデルなどの特に「セイルウイング」タイプの固定翼ドローンであってもよい。

【0030】

図1に示されるドローン10は4つの同一平面内ロータ12を含み、これらのロータのモータは、ナビゲーション及び姿勢制御の組み込まれたシステムによって互いに独立に操縦される。

【0031】

ドローンには、ドローンが向かうシーンの画像を得ることができるようにする第1の正面視カメラ14、並びに、上空から見た地形の一連の画像を捉えるために下方を向く第2の正面視カメラが設けられ、一連の画像は、特に、カメラにより捉えられるシーンの1つの画像から次の画像への移動を推定してこの推定された移動に対して測定された高度のスケール係数関数を適用するソフトウェアにより、加速度計データと組み合わせて、地面に対するドローンの速度を評価するために使用される。この技術は、前述した文献である欧州特許出願公開第2400460号明細書に詳しく記載されており、更なる詳細に関してはこの文献が参照されてもよい。

【0032】

図1に示されるように、ドローン10は、タッチスクリーン18を備えるリモート遠隔制御機器16によって操縦され、タッチスクリーン18は、ユーザの指20をタッチスクリーン18上に単に接触させるだけで操縦コマンドの起動を可能にする特定数の記号を重ね合わせて、ドローンのフロントカメラのうちの1つにより捉えられる画像を表示する。

10

20

30

40

50

機器 16 には、ドローン姿勢を制御できるようにする傾きセンサが設けられる。また、遠隔制御機器は、ドローン状態データ、特にドローン高度を表示してもよい。

【0033】

また、ドローンとのデータの双方向やりとりのために、リモート遠隔制御機器 16 には、例えば Wi-Fi (IEEE 802.11) 又はブルートゥース (登録商標) ローカルネットワークタイプの無線リンク手段も設けられる。遠隔制御機器 16 は、好適には、一体型の加速度計を有するタッチスクリーンマルチメディア電話又はメディアプレーヤ、例えば iPhone 型の携帯電話、iPod Touch 型のプレーヤ、又は、iPad 型のマルチメディアタブレットにより成り、これらは、操縦コマンドの表示及び検出、フロントカメラにより捉えられる画像の視覚化、及び、Wi-Fi 又はブルートゥースリンクによるドローンとのデータの双方向やりとりのために必要とされる様々な制御要素を組み込む機器である。

10

【0034】

ドローン 10 の操縦は、ケースに従って、

a) ドローンを前方又は後方に移動させるためのピッチ軸周りの回転、及び / 又は、

b) ドローンを右又は左に逸らすためのロール軸周りの回転、及び / 又は、

c) ドローンの主軸を右又は左に回転させるためのヨー軸周りの回転、及び / 又は、

d) ドローンの高度をそれぞれ下げる又は上げるためのガス制御を変更することによる下向き又は上向きの並進、

の動きを生み出すように差別化された態様でモータを制御することによってドローンを進めさせることにある。

20

【0035】

また、ドローンは、ホバリング飛行安定化の自動・自律システム (自動操縦型の「固定点」形態) も有し、このシステムは、特に、ユーザが自分の指を機器のタッチスクリーンから離すと直ぐに、或いは、離陸段階の終了時に自動的に、或いは、機器とドローンとの間の無線リンクの中断の場合に、起動される。その後、ドローンは、ユーザの介入を伴うことなく、ドローンが自動的に固定されて安定させられるリフト状態へ移る。

【0036】

図 2 には、ドローン高度の推定を可能にするドローンの主要要素が示される。これらの要素は、任意のタイプのドローン、特に回転翼ドローン及び固定翼ドローンで存在する。ドローン 10 は気圧センサ 30 を基板上に備え、気圧センサ 30 は、ドローン高度変化信号を配信し、したがって、地面に対するドローンの高度を与える測定値を供給するようになっている。

30

【0037】

気圧センサは、頻繁に、閉じられたキャビティ内に位置され、閉じられたキャビティは比較的可撓性がある材料を用いて形成される。

【0038】

ドローン 10 は、ドローン挙動の測定値を得ることができるようにする姿勢推定器 32 を更に備える。その目的のため、ドローンは、1つ又は幾つかの姿勢測定センサ 34 を備える。センサの例は、ドローンの角速度及び少なくとも 1 つの姿勢角度、すなわち、固定された地球基準系の水平面に対するドローンの傾きを表わすオイラー角を特定の精度で測定できるようにする慣性センサ (加速度計及びジャイロメータ) である。

40

【0039】

また、ドローン、特に姿勢推定器 32 は、相対風速を測定するようになっている少なくとも 1 つの相対風速センサ 36 を備える。

【0040】

本発明によれば、ドローン 10 は、絶対地球基準系で表わされるドローン高度値を配信するようになっているドローン高度決定手段 38 も有する。

【0041】

気圧センサ 30 は、頻繁に、ドローンが飛行するときにその構造が変形されやすいキャ

50

ビティ内に位置されるため、ドローン飛行中にキャビティ内の静圧が変化し、そのため、気圧センサ 30 により検出される高度に誤りが生じる。

【 0 0 4 2 】

図 3 に示されるように、何のドローンであっても、すなわち、特に固定翼タイプ又は回転翼タイプのドローンの気圧センサ 30 により検出される高度を補正するために、高度決定手段 38 は高度推定器 42 を備え、高度推定器 42 は、推定ドローン高度値を出力するために、ドローン姿勢と相対風速データとに基づいて、及び、記憶装置 40 に記憶される高度補償データにも基づいて、ドローンの実際の高度を推定するようになっている。

【 0 0 4 3 】

一実施形態によれば、所定の高度補償データを記憶するための装置 40 は、想定し得るドローン姿勢と特定の相対風速との組に関して、前記ドローンに対して引き起こされる障害の測定によって予め決定される高度補償データを備える。

【 0 0 4 4 】

特に、これらの補償データは、特にドローン姿勢と相対風速データとに応じて気圧センサ 30 により検出される高度と実際の高度との間の差を決定するために、例えば特に風洞内の試験台上で行なわれる測定によって決定される。

【 0 0 4 5 】

補償データ決定の特定の実施形態によれば、相対風速及びドローン姿勢の異なる状態で生測定値とも呼ばれる気圧センサ 30 により測定される値を組み入れるマップが風洞内に形成される。

【 0 0 4 6 】

気圧センサ 30 の測定の誤りを減らすために、相対風速及びドローン姿勢のそれぞれの状態ごとに複数の生測定値が形成されてもよく、その後、測定されたこれらの生データの平均化が行なわれる。

【 0 0 4 7 】

そのため、気圧センサ 30 の生測定は、ドローン姿勢の組、すなわち、ピッチ角及び / 又はロール角の組に関して、及び、異なる相対風速に関して行なわれる。

【 0 0 4 8 】

測定は、特に所定の圧力を有する部屋内で行なわれる。

【 0 0 4 9 】

そのため、測定されるそれぞれの生の値ごとに、気圧計ハウジング内の静圧ドリフトが各試験で決定され、したがって、気圧センサにより検出される生高度測定値に適用されるべき補正は、相対風速に対するドローンのそれぞれの姿勢ごとに決定される。

【 0 0 5 0 】

そのため、高度補償データは、ドローンの姿勢の組に関して、及び、相対風速データの組に関して構築される。

【 0 0 5 1 】

以下の表は、ドローンが 40° のロールを有し且つピッチ角を有さないときに気圧センサにより検出される高度値に適用される補償データの一例を示す。

【 0 0 5 2 】

相対風速	40° のロール	-40° のロール
-30 m/s	-10 m	-10 m
-10 m/s	-2 m	-2 m
0 m/s	0 m	0 m

【 0 0 5 3 】

したがって、この例によれば、ドローンが 40° のロール角を有するとともに、相対風速が -30 m/s であるときには、気圧センサにより検出される高度が -10 m だけ調整されなければならない。

【 0 0 5 4 】

同様に、この例によれば、ドローンが - 40° のロール角を有するとともに、相対風速が - 10 m / s であるときには、気圧センサにより検出される高度が - 2 m だけ調整されなければならない。

【0055】

図3に示されるように、高度決定手段38は高度推定器42を備え、高度推定器42は、前記ドローンの前記少なくとも1つの姿勢測定センサ34によって及び前記少なくとも1つの相対風速センサ36によって及び気圧センサ30によって配信される信号を入力として受けるとともに、前記推定ドローン高度値を出力するためにこれらの信号と記憶装置40に記憶される高度補償データとを組み合わせる。

【0056】

特定の実施形態によれば、ドローン10は、気圧センサにより配信される圧力測定値を検出高度測定値へ変換するための装置44を備える。典型的な実施形態によれば、圧力測定値を変換するための装置は高度推定器に備えられる。別の実施形態によれば、圧力測定値を変換するための装置44が高度推定器42の上流側に位置される。

【0057】

特定の実施形態によれば、高度推定器42は、適用される補償を決定するための装置46と、推定高度を計算するための装置48とを備える。

【0058】

適用される補償を決定するための装置46は、前記少なくとも1つの姿勢測定センサ34によって及び前記少なくとも1つの相対風速センサ36によって配信される信号に基づき、これらの信号と所定の高度補償データを記憶するための装置40に記憶される高度補償データとを組み合わせることによって、検出される高度に適用される補償を決定する。

【0059】

補償決定装置46の特定の実施形態によれば、補償決定装置は、それぞれの姿勢角度、特にピッチ角及びロール角ごとに、検出される高度に適用される補償を決定する。適用されるべき全補償は、それぞれのドローン姿勢角度ごとに決定される補償の総和に対応する。そのため、補償決定装置46は、そのようにして気圧センサ30により検出される高度に適用されるべく決定される全補償を配信する。

【0060】

特定の実施形態によれば、前記ドローンの前記少なくとも1つの姿勢測定センサ34によって及び前記少なくとも1つの相対風速センサ36によって配信される信号が記憶装置40に記憶されるデータに対応しないが記憶データ間に位置されるときには、気圧センサにより検出される高度に適用される補償を最良に決定するために、最も近い記憶姿勢及び相対風速データに基づいて補償データの補間が行なわれる。

【0061】

推定高度を計算するための装置48は、ドローンの高度を推定するために、気圧センサ30により又は圧力測定値を変換するための装置44により配信される高度と補償決定装置46により決定される補償とを加えるようになっている手段を備える。

【0062】

特定の実施形態によれば、高度推定器42は、前記少なくとも1つのドローン姿勢センサによって及び前記少なくとも1つの相対風速センサによって及び気圧センサによって配信される信号に応じてドローンの高度を定期的に又は要求に基づいて決定するようになっている。

【0063】

図4は、特に高度決定手段38において実施される、本発明に係る推定高度の決定方法を例示するステップを示す。

【0064】

この方法は、気圧センサにより検出される高度に対応する信号を気圧センサから受けるステップ50を備える。

このステップの後に、特にピッチ及び／又はロールを備える姿勢測定センサにより配信

10

20

30

40

50

される信号を受けるステップ 5 2 が続く。

【 0 0 6 5 】

ステップ 5 2 の後に、相対風速測定信号を受けるステップ 5 4 が続く。

【 0 0 6 6 】

ステップ 5 4 の後に、ドローン姿勢測定値と相対風速測定値とに基づいて検出される高度に適用される補償を決定するステップ 5 6 が続く。

【 0 0 6 7 】

特定の実施形態によれば、補償の決定は、ドローンの姿勢角度のそれぞれに、特にピッチ及びロールに関して行なわれる。そのため、ドローンがピッチ角を有し且つロール角を有さない場合には、補償の信号値が決定される。逆に、ドローンがピッチ角及びロール角を有する場合には、ドローンのそれぞれの姿勢角度ごとに 1 つずつ、適用されるべき 2 つの補償が決定される。そのため、その後、決定された補償の総和によって、適用されるべき全補償が決定される。

【 0 0 6 8 】

ステップ 5 6 の後に、ステップ 5 0 で検出された高度とステップ 5 6 で決定された適用される補償とに基づいて推定される高度を計算するステップ 5 8 が続く。特に、推定高度は、検出される高度と適用されるべき決定された補償との総和である。

この方法は、最も近いドローン高度を知る必要がある度の実施される。他の実施形態によれば、方法は、規則的に、例えば 2 秒ごとに実施されてもよい。

【 0 0 6 9 】

ステップ 5 0 からステップ 5 2 が異なる順序で又は並行して実行されてもよいことが留意されるべきである。

【 0 0 7 0 】

高度決定手段 3 8 により推定される高度は、姿勢推定器 3 2 の入力に与えられる。姿勢推定装置は、例えば、入力に印加される一連の測定値に基づいて動的なシステム（この場合にはドローン）の状態を推定する無限インパルス応答フィルタである「カルマンフィルタ」タイプの状態推定器を実装する。技術の一般的な原理は、例えば、R.E.Kalman, A new Approach to Linear Filtering and Prediction Problems, ASMEの議事録-Journal of Basic Engineering, 第 8 2 巻（ 1 9 6 0 ）において見出される。

【 0 0 7 1 】

図 5 は、本発明に係る高度決定手段からのドローン推定高度を示す。

【 0 0 7 2 】

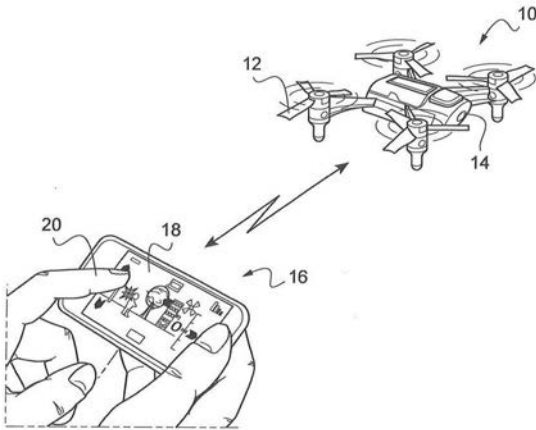
図 5 は、A で示されるラインで、気圧センサ 3 0 により検出される高度測定値を示し、一方、B で示されるラインは、ジオロケーション装置（GPS 装置）により得られる実際の高度を示す。ドローンの非常に動的な飛行中に、気圧センサ 3 0 の測定値がジオロケーション装置により形成される高度測定値に対して非常に乱されることが観察され得る。本発明に係る高度決定手段 3 8 による高度決定方法の適用後、ドローンの推定高度が C で示されるラインによって表わされる。本発明に従って推定される高度がジオロケーション装置により測定される高度値に非常に近いことが観察され得る。

10

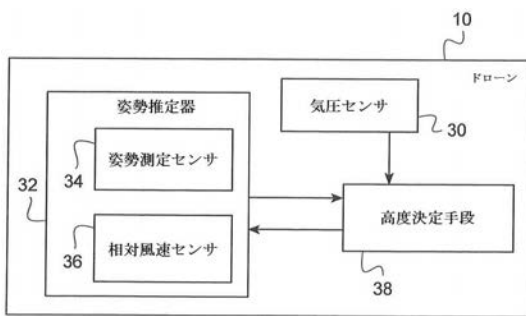
20

30

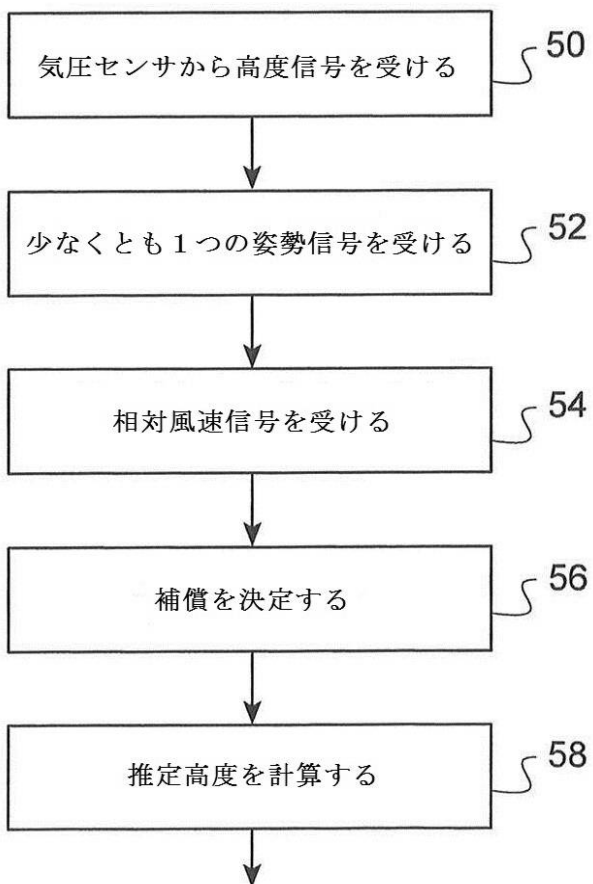
【図 1】



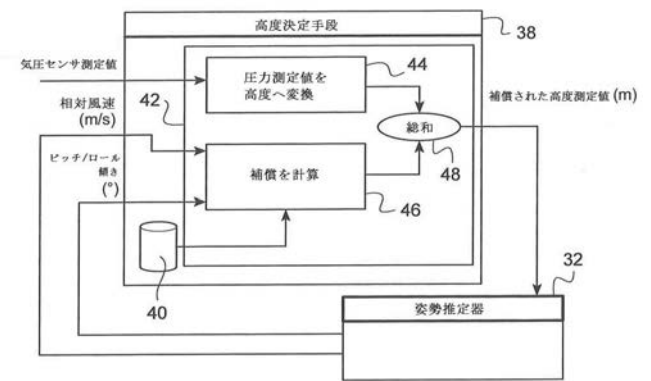
【図 2】



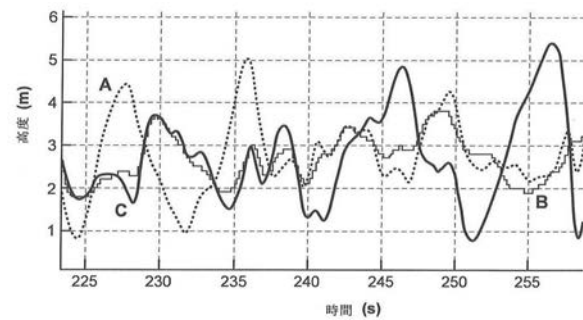
【図 4】



【図 3】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 ニコラス テキシエ

フランス共和国 7 5 0 1 7 パリ, リュ ドゥ トックヴィル 1 2 6

(72)発明者 ニコラス マルタン

フランス共和国 9 5 6 0 0 オーボンヌ, リュ デュ ジェネラル ルクレール 9 5

【外国語明細書】
2017178301000001.pdf